

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA  
PROCESADORA DE BIOFERTILIZANTES A PARTIR DE DESECHOS  
ORGÁNICOS EN EL MUNICIPIO DE RICAURTE, DEPARTAMENTO DE  
NARIÑO, COLOMBIA**

**ALVARO ANTONIO OLIVA ARTEAGA  
PABLO ALEJANDRO PATIÑO AREVALO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2006**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA  
PROCESADORA DE BIOFERTILIZANTES A PARTIR DE DESECHOS  
ORGÁNICOS EN EL MUNICIPIO DE RICAURTE, DEPARTAMENTO DE  
NARIÑO, COLOMBIA.**

**ALVARO ANTONIO OLIVA ARTEAGA  
PABLO ALEJANDRO PATIÑO AREVALO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Ingeniero Agroindustrial**

**Director:  
JAIME GUSTAVO GUERRERO  
Ingeniero Agroindustrial**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2006**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son  
responsabilidad exclusiva de sus autores.”**

**Artículo 1º del Acuerdo N° 324 del 11 de octubre de 1996, emanado del  
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del Director**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

San Juan de Pasto, Noviembre de 2006

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen la colaboración y participación en el desarrollo del presente trabajo al personal de laboratorios especializados quien apoyo y asesoró en el análisis de las muestras experimentales; de igual manera al personal de planta piloto, ingeniero Carlos Mario Hidalgo por su disposición y colaboración. A la alcaldía municipal de Ricaurte por su colaboración y acceso a la información que nos facilitó. A los ingenieros Cesar Calad Coral e Iván Sánchez miembros del jurado por sus apreciaciones y apoyo y finalmente al ingeniero Jaime Gustavo Guerrero, quien acompañó y participó en todas las etapas del desarrollo del presente proyecto.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS por haberme dado la oportunidad de vivir esta experiencia y convertirme en el orgullo de mi madre.

A mi madre DELFINA ARTEAGA CAIPE por todo su amor, apoyo y esfuerzo para hacer realidad esta meta, por que ella es la mayor fuente de inspiración para cumplir todos mis sueños.

A mis hermanos AMADEO, DANILO y RUBIELA y todos aquellos que siempre estuvieron apoyando y motivando durante el transcurso de toda mi carrera me brindaron. A mí cuñada NELLY y mis sobrinos MAURICIO Y DANIELA quienes me brindaron todo su apoyo incondicional.

A mi novia KATHY que desde el momento que llegó a mi vida se convirtió en el mayor de mis apoyos y fuente de inspiración.

A mi compañero de tesis PABLO PATIÑO, por su dedicación y esfuerzo para llevar a feliz término este trabajo.

A todos y cada uno de mis amigos que de una u otra manera participaron en la elaboración de este proyecto.

**ALVARO OLIVA ARTEAGA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a DIOS por haberme dado la oportunidad de alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres FABIO MARCIAL PATIÑO y BLANCA MARGARITA AREVALO por todo su amor, esfuerzo y apoyo para la culminación de mis estudios universitarios.

A mis hermanos RUBIEL HOMERO, MARIA STELLA Y MARIA MELIDA por el apoyo y motivación durante toda mi labor académica.

A mi novia NURY PATRICIA por estar siempre a mi lado en todo momento.

A mi compañero de trabajo ALVARO OLIVA por todo el esfuerzo para lograr esta meta.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para la elaboración de esta tesis.

**PABLO ALEJANDRO PATIÑO**

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	30
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	32
2. OBJETIVOS	33
2.1. OBJETIVO GENERAL	33
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
3. JUSTIFICACIÓN	34
4. MARCO TEÓRICO	36
4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	36
4.1.1 Residuos inorgánicos	36
4.1.2 Residuos orgánicos	36
4.2 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (R.S.U)	36
4.3 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	37
4.4 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS	37
4.4.1 Los residuos orgánicos como materia prima para la producción de abonos orgánicos	38
4.4.2 Producción de fertilizante líquido orgánico	39
4.4.2.1 Producción de fertilizantes líquidos a partir de desechos orgánicos	39
4.4.2.2 Pasos recomendados para elaboración de fertilizante líquido	39
4.4.3 Compostaje	40

4.4.3.1 Sistemas de compostaje	40
4.4.3.2 Procedimiento para la elaboración de compost	41
4.5. FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS	42
4.5.1 La temperatura	42
4.5.2 La humedad	42
4.5.3 La aireación	42
4.5.4 Relación Carbono / Nitrógeno	43
4.5.5 El pH (acidez)	43
4.5.6 El tamaño de las partículas de los ingredientes	43
4.5.7 Mezcla de ingredientes	43
4.5.8 Tiempo de compostaje	44
5. ANTECEDENTES	46
5.1 ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE RICAURTE	46
5.1.1 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL	47
5.1.2 RELIEVE	48
5.1.3 HIDROGRAFÍA	48
5.1.4 RELIEVE Y GEOMORFOLOGÍA	49
5.1.5 ZONAS DE VIDA	52
5.2 PROBLEMAS AMBIENTALES	53
5.2.1 Tala y quema de bosques	53
5.2.2. Recurso suelo	53
5.2.3 Recurso agua	53

5.2.4 Pastoreo	53
5.2.5 Manejo y disposición final de residuos sólidos	54
5.3 POTENCIALIDAD AMBIENTAL	55
5.4 DIVISIÓN POLÍTICA	55
5.5 DEMOGRAFÍA	56
5.6 DISTRIBUCIÓN DE LA TIERRA	57
5.7 SECTOR PRIMARIO	57
5.7.1 Subsector agrícola	57
5.7.2 Subsector pecuario	59
5.7.2 Subsector acuícola	59
5.8 TECNOLOGÍA EXISTENTE	59
5.9 MERCADEO	60
5.10 SECTOR SECUNDARIO	60
5.10.1 Artesanías	60
5.10.2 Agroindustrialización de la caña	60
5.11 SUBSECTOR TERCARIO	61
5.11.1 Comercio y servicios	61
5.12 ASEO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	62
6. ESTUDIO DE MERCADO	63
6.1 DETERMINACIÓN DEL MERCADO	63
6.2 METODOLOGÍA	64
6.2.1 Tipo de investigación.	64
6.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS	65

6.3.1 Abono orgánico sólido (compost):	66
6.3.1.1 Características del producto:	66
6.3.1.2 Empaque:	67
6.3.2 Fertilizante orgánico líquido:	67
6.3.2.1 Características del producto:	68
6.3.2.2 Empaque	68
6.4 DETERMINACIÓN DE LA OFERTA.	69
6.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA	71
6.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	76
6.6.1 Determinación del tamaño de la muestra.	76
6.7 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	77
6.7.1 Características y comportamiento del consumidor.	77
6.7.2 Cuantificación de la demanda	80
6.8 PROYECCIÓN DE LA OFERTA	81
6.8.1 Abono orgánico sólido:	81
6.8.2. Fertilizante orgánico líquido:	83
6.9 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	84
6.9.1 Fertilizantes orgánicos sólidos:	84
6.9.2 Fertilizantes orgánicos líquidos:	86
6.10 CÁLCULO DE LA DEMANDA INSATISFECHA	87
6.11 DETERMINACIÓN DEL PRECIO	88
6.12 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN	88
6.13 ESTRATEGIAS DE VENTA	89

7. ESTUDIO TÉCNICO	90
7.1 SELECCIÓN UBICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA PLANTA	90
7.1.1 Descripción de los criterios de selección.	90
7.2 MACROLOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	92
7.3 MICROLOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	92
7.4 INGENIERÍA DEL PROYECTO	93
7.4.1 Materias primas utilizadas	93
7.4.2 Caracterización física de la materia orgánica aprovechable	94
7.4.2.1 Análisis físico químico de la materia orgánica aprovechable.	94
7.4.2.2 Volúmenes de producción de los residuos generados	95
7.5 DISEÑO Y OPERACIÓN PARA EL SISTEMA DE COMPOSTAJE	96
7.5.1 Proceso estandarizado	97
7.5.1.1 Recepción y selección de materia prima	97
7.5.1.2 Pesaje	98
7.5.1.3 Formación de pilas	98
7.5.1.4 Fermentación	98
7.5.1.5 Estabilización	98
7.5.1.6 Secado	98
7.5.1.7 Tamizado	99
7.5.1.8 Empaque, pesaje y almacenamiento	99
7.5.1.9 Comercialización	99
7.5.2 Balance de materia para el abono orgánico	101

7.5.3 Especificaciones técnicas del producto	102
7.5.4 Beneficios del abono orgánico sólido “FERTINAR”	102
7.6 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE FERTILIZANTES LÍQUIDOS	103
7.6.1 Diseño metodológico	103
7.6.2 Descripción de factores y respuesta de la experimentación	103
7.6.2.1 Material Experimental	103
7.6.2.2 Materiales y Equipos	105
7.6.3 Diseños experimentales	105
7.6.3.1 Fermentación aerobia	105
7.6.3.2 Diseño del tratamiento	105
7.6.3.3 Diseño experimental	106
7.6.3.4 Diseño de análisis	107
7.6.4 Análisis de resultados y discusión	108
7.6.4.1 Resultados de la fermentación en sistema aerobio	108
7.6.4.1.1 Diseño experimental para la fermentación aerobia con melaza	108
7.6.4.1.2 Diseño experimental para la fermentación aerobia con vinaza	112
7.6.4.1. 3 Discusión de resultados para la fermentación aerobia con melaza y vinaza.	116
7.6.5 Resultados fermentación en sistema anaeróbico	116
7.6.5.1 Diseño Metodológico	116
7.6.5.2 Materiales y Equipos	117
7.6.5.3 Diseños experimentales	117
7.6.5.4 Análisis de resultados	118

7.6.5.5 Discusión de resultados para la fermentación anaerobia con melaza y vinaza.	119
7.6.6 El producto	120
7.6.6.1 Uso y manejo	120
7.6.6.2 Balances de materia	120
7.6.6.3 Rendimiento del proceso experimental	121
7.6.6.4 Especificaciones técnicas del producto	122
7.7 MAQUINARIA Y EQUIPO	123
7.8 CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LOS FERTILIZANTES	124
7.9 INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA	129
7.9.1 Pisos	129
7.9.2 Estructura de la cubierta	129
7.9.3 Cubierta	129
7.10 CAPACIDAD DE LA PLANTA	130
7.10.1 Capacidad de la planta para abono orgánico sólido	130
7.10.1.1 Capacidad instalada	130
7.10.1.2 Capacidad utilizada	130
7.10.1.3 Capacidad útil	130
7.10.2 Capacidad de la planta para fertilizante líquido	131
7.10.2.1 Capacidad instalada	131
7.10.2.2 Capacidad utilizada	131
7.10.2.3 Capacidad útil	131
7.11 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	132

8. ESTUDIO ADMINISTRATIVO	133
8.2 TRÁMITE DE CONSTITUCIÓN Y OBTENCIÓN DE PERMISOS	133
8.1 ESTRUCTURA ORGÁNICA	135
8.3 ORGANIGRAMA	135
8.4 MANUAL DE FUNCIONES	136
9. ESTUDIO FINANCIERO	138
9.1 CLASIFICACIÓN DE COSTOS OPERACIONALES	138
9.1.1 Costos de producción	139
9.1.2 Gastos generales de Producción	141
9.1.3 Gastos de Administración	142
9.1.4 Gastos de ventas	142
9.2 CAPITAL DE TRABAJO	143
9.3 INGRESOS	144
9.4 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO	146
9.4.1 Método Gráfico	146
9.5 FUENTES DE FINANCIAMIENTO	148
9.6 EVALUACIÓN FINANCIERA	148
9.6.1 Diagrama de flujo neto de efectivo	149
9.6.2 Determinación de la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)	149
9.6.3 Cálculo del Valor Presente Neto (VPN)	149
9.6.4 Determinación de la Tasa Interna de Retorno (TIR)	150
9.6.5 Relación Costo / Beneficio	150
10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	152

10.1 MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO	152
10.2 FUNDAMENTOS LEGALES SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS	153
10.2.1 Normas Legislativas	153
10.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DEGRADATIVOS EXISTENTES	158
10.4 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	158
10.5 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL	162
CONCLUSIONES	163
RECOMENDACIONES	166
BIBLIOGRAFÍA	167
ANEXOS	169

## LISTA DE CUADROS

	pág.
<b>Cuadro 1.</b> Sistemas de compostaje	40
<b>Cuadro 2.</b> Hectáreas según piso térmico	47
<b>Cuadro 3.</b> Principales ríos y sus afluentes.	48
<b>Cuadro 4.</b> Morfología y relieve del municipio de Ricaurte	50
<b>Cuadro 5.</b> Clases agrológicas	51
<b>Cuadro 6.</b> Zonas de vida municipio de Ricaurte	52
<b>Cuadro 7.</b> División política del municipio de Ricaurte	56
<b>Cuadro 8.</b> Resguardos indígenas existentes en el municipio de Ricaurte	56
<b>Cuadro 9.</b> Distribución de la tierra	57
<b>Cuadro 10.</b> Producción agrícola en el municipio de Ricaurte	58
<b>Cuadro 11.</b> Producción pecuaria en el municipio de Ricaurte	59
<b>Cuadro 12.</b> Relación de establecimientos comerciales	61
<b>Cuadro 13.</b> Hectáreas sembradas de Caña Panelera en el área de influencia del proyecto	64
<b>Cuadro 14.</b> Cantidad proyectada de residuos sólidos en el Municipio de Ricaurte	65
<b>Cuadro 15.</b> Empresas productoras de abonos orgánicos en el área de estudio.	69
<b>Cuadro 16.</b> Almacenes distribuidores de abonos orgánicos en el área de estudio.	70
<b>Cuadro 17.</b> Cuantificación de la oferta de abonos orgánicos en empresas productoras y almacenes comercializadores, del área de estudio.	71

<b>Cuadro 18.</b> Principales fórmulas de fertilizantes químicos comercializados en el área de estudio.	73
<b>Cuadro 19.</b> Oferta de abonos orgánicos sólidos por las empresas productoras del área de estudio.	73
<b>Cuadro 20.</b> Oferta de abonos orgánicos sólidos por las empresas comercializadoras del área de estudio.	74
<b>Cuadro 21.</b> Precios de venta de las diferentes marcas de abonos orgánicos en el área de estudio.	74
<b>Cuadro 22.</b> Oferta de fertilizantes orgánicos líquidos por las empresas comercializadoras y productoras en el área de estudio.	75
<b>Cuadro 23.</b> Número de encuestas a aplicar en cada municipio del área de estudio.	77
<b>Cuadro 24.</b> Comportamiento histórico de la oferta de abono orgánico sólido en el área de estudio	81
<b>Cuadro 25.</b> Proyección de la oferta de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio.	83
<b>Cuadro 26.</b> Comportamiento histórico de la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio.	83
<b>Cuadro 27.</b> Proyección de la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio.	84
<b>Cuadro 28.</b> Comportamiento histórico de la demanda de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio	85
<b>Cuadro 29.</b> Proyección de la demanda de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio.	85
<b>Cuadro 30.</b> Comportamiento histórico de la demanda de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio	86
<b>Cuadro 31.</b> Proyección de la demanda de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio.	86
<b>Cuadro 32.</b> Cálculo de la demanda insatisfecha de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio.	87

<b>Cuadro 33.</b> Cálculo de la demanda insatisfecha de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio.	88
<b>Cuadro 34.</b> Criterios de selección para la ubicación de la planta	91
<b>Cuadro 35.</b> Caracterización física de residuos sólidos del municipio de Ricaurte	94
<b>Cuadro 36.</b> Análisis físico químico de la materia orgánica aprovechable	94
<b>Cuadro 37.</b> Cantidad total de residuos sólidos recolectados en el municipio de Ricaurte.	95
<b>Cuadro 38.</b> Análisis de laboratorio del abono orgánico sólido	102
<b>Cuadro 39.</b> Descripción del diseño experimental para la fermentación	107
<b>Cuadro 40.</b> Factores y niveles experimentales para la fermentación	107
<b>Cuadro 41.</b> Análisis de varianza para la fermentación aerobia con melaza	109
<b>Cuadro 42.</b> Optimización de la respuesta	111
<b>Cuadro 43.</b> Análisis de varianza para la fermentación aerobia con vinaza	113
<b>Cuadro 44.</b> Optimización de la respuesta	115
<b>Cuadro 45.</b> Resultados experimentales, fermentación anaerobia con melaza	118
<b>Cuadro 46.</b> Resultados experimentales, fermentación anaerobia con vinaza	119
<b>Cuadro 47.</b> Análisis de laboratorio del fertilizante líquido	122
<b>Cuadro 48.</b> Áreas de la planta de fertilizantes orgánicos	129
<b>Cuadro 49.</b> Costos de mano de obra directa	139
<b>Cuadro 50.</b> Inversiones fijas	139
<b>Cuadro 51.</b> Inversión en maquinaria y herramientas	139
<b>Cuadro 52.</b> Costos de materiales directos	140
<b>Cuadro 53.</b> Depreciación de maquinaria y herramientas	140

<b>Cuadro 54.</b> Costos de materiales indirectos	141
<b>Cuadro 55.</b> Costos de servicios públicos	141
<b>Cuadro 56.</b> Inversión en muebles y equipo de oficina	141
<b>Cuadro 57.</b> Depreciación de muebles y equipo de oficina	142
<b>Cuadro 58.</b> Sueldos de empleados	142
<b>Cuadro 59.</b> Sueldo vendedor	142
<b>Cuadro 60.</b> Gastos varios de ventas	143
<b>Cuadro 61.</b> Inversiones diferidas	143
<b>Cuadro 62.</b> Costos de operación	143
<b>Cuadro 63.</b> Precio de venta	144
<b>Cuadro 64.</b> Ingresos por ventas de fertilizante sólido	144
<b>Cuadro 65.</b> Ingresos por ventas de fertilizantes líquidos	144
<b>Cuadro 66.</b> Distribución de costos por producto	145
<b>Cuadro 67.</b> Punto de equilibrio para el abono orgánico sólido	146
<b>Cuadro 68.</b> Punto de equilibrio para el fertilizante líquido	147
<b>Cuadro 69.</b> Flujo Neto de efectivo	148
<b>Cuadro 70.</b> Relación Beneficio – Costo (B/C)	150
<b>Cuadro 71.</b> Fichas guía de manejo ambiental por actividad	160

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Curva de compostaje	45
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica del Municipio de Ricaurte	47
<b>Figura 3.</b> Oferta de las principales marcas de fertilizantes químicos en el área de estudio.	72
<b>Figura 4.</b> Utilización de fertilizante para el cultivo de la papa en el área de estudio.	78
<b>Figura 5.</b> Forma de compra de fertilizantes para el cultivo de la papa en el área de estudio.	79
<b>Figura 6.</b> Criterios que considera el consumidor en el momento de comprar abono orgánico.	79
<b>Figura 7.</b> Conocimiento de las ventajas de la utilización de abono orgánico en el área de estudio.	80
<b>Figura 8.</b> Intención de compra de abono orgánico elaborado a partir de residuos sólidos domiciliarios.	81
<b>Figura 9.</b> Diagrama de dispersión sobre comportamiento histórico de la oferta de abono orgánico sólido en el área de estudio	82
<b>Figura 10.</b> Diagrama de dispersión sobre comportamiento histórico de la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio	84
<b>Figura 11.</b> Macrolocalización de la planta	92
<b>Figura 12.</b> Microlocalización de la planta de producción de fertilizantes.	93
<b>Figura 13.</b> Infraestructura de la planta actual de disposición final de residuos sólidos municipio de Ricaurte	96
<b>Figura 14.</b> Modelo de una máquina de tamizado mecánico.	99
<b>Figura 15.</b> Diagrama de flujo del proceso estandarizado para la elaboración de abono orgánico.	100

<b>Figura 16.</b> Balance de materia del proceso de compostaje	101
<b>Figura 17.</b> Medición de pH de las muestras	106
<b>Figura 18.</b> Muestras experimentales	106
<b>Figura 19.</b> Diagrama de Pareto de variables para pH	109
<b>Figura 20.</b> Diagrama de efectos principales para pH	110
<b>Figura 21.</b> Diagrama de interacciones para el pH	110
<b>Figura 22.</b> Superficie de respuesta estimada	111
<b>Figura 23.</b> Diagrama de Pareto de variables para pH	113
<b>Figura 24.</b> Diagrama de efectos principales para pH	114
<b>Figura 25.</b> Diagrama de interacciones para el pH	114
<b>Figura 26.</b> Superficie de respuesta estimada	115
<b>Figura 27.</b> Montaje de muestras experimentales para fermentación anaerobia	118
<b>Figura 28.</b> Producto obtenido de la experimentación	120
<b>Figura 29.</b> Balance total de materia del proceso de fertilizantes líquidos	121
<b>Figura 30.</b> Diagrama de flujo del proceso estandarizado para la elaboración de fertilizantes líquidos.	123
<b>Figura 31.</b> Diseño y medidas de una pila de compostaje	125
<b>Figura 32.</b> Organigrama de la empresa	135
<b>Figura 33.</b> Determinación gráfica del punto de equilibrio: fertilizante sólido	147
<b>Figura 34.</b> Determinación gráfica del punto de equilibrio: fertilizante líquido	147
<b>Figura 35.</b> Diagrama de Flujo Neto de Efectivo	149

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
<b>Anexo A:</b> Etiqueta para el abono orgánico sólido	170
<b>Anexo B:</b> Etiqueta para el fertilizante orgánico mineral líquido	171
<b>Anexo C:</b> Encuesta dirigida a comercializadores de abonos orgánicos en Nariño	172
<b>Anexo D:</b> Encuesta dirigida a productores de abonos orgánicos en Nariño	175
<b>Anexo E:</b> Encuesta dirigida a consumidores de abono orgánico en Nariño	177
<b>Anexo F:</b> Análisis físico químico de la materia orgánica aprovechable	179
<b>Anexo G:</b> Tabla de equivalencias de pH	180
<b>Anexo H:</b> Parámetros para fertilizantes líquidos NTC 5167	181
<b>Anexo I:</b> Análisis de laboratorio para el fertilizante líquido	182
<b>Anexo J:</b> Diagrama de recorrido de fertilizantes orgánicos de Nariño	183
<b>Anexo K:</b> Diseño de planta fertilizantes orgánicos de Nariño	184
<b>Anexo L:</b> Presupuesto de construcción y obras físicas	185

## GLOSARIO

**Acondicionador de suelo:** Toda sustancia cuya acción fundamental consiste en el mejoramiento, de por lo menos una característica física, química o biológica del suelo.

**Aireación:** Poner en contacto la materia con el aire.

**Almacenamiento:** Es la acción del usuario de depositar temporalmente los residuos sólidos, mientras se procesan para su aprovechamiento, se presentan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

**Aprovechamiento:** Es la utilización de los residuos sólidos por medio de actividades tales como separación en la fuente, recuperación, transformación y reuso de los residuos, que al tiempo que generan un beneficio económico o social reducen los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana asociados con la producción, manejo y disposición final de los residuos sólidos.

**Bacterias Mesófilas:** Grupo de bacterias que se desarrollan a temperaturas entre 30 – 40°C

**Bacterias Psicrófilas:** Grupo de bacterias que tiene la capacidad de desarrollarse a bajas temperaturas, entre 5 a 20°C. Siendo su temperatura óptima entre 12 – 15°C

**Bacterias Termófilas:** Grupo de bacterias que tienen la capacidad de desarrollarse a altas temperaturas, entre 45 – 55°C.

**Biodegradable:** Cualidad que tiene toda materia de tipo orgánico para ser metabolizada por medios biológicos.

**Carbono Orgánico (materia orgánica):** Carbono presente en los materiales de origen animal o vegetal.

**Composición Garantizada:** Contenido de cada uno de los ingredientes o compuestos, declarados por el productor en el rotulado.

**Compost:** Producto final del proceso de compostaje.

**Compostaje:** Proceso de biooxidación aerobia de materiales orgánicos que conduce a una etapa de maduración mínima (estabilización), se convierten en un recurso orgánico estable y seguro para ser utilizado en la agricultura.

**Contaminación:** La presencia de fenómenos físicos, de elementos o de una o más sustancias o de cualquier combinación de ellas o sus productos que genere efectos adversos al Medio Ambiente, que perjudiquen la vida, la salud y el bienestar humano, los recursos naturales, constituyan una molestia o degrade la calidad del aire, agua, suelo o del ambiente en general.

**Contaminante:** Todo elemento, materia, sustancia, compuesto, así como toda forma de energía térmica, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido que al incorporarse o actuar en cualquier elemento del medio físico, alteran o modifican su estado y composición, o bien, afectan la flora, la fauna o la salud humana. Debe entenderse como medio físico al suelo, aire y agua.

**Densidad:** Masa o cantidad de materia de un determinado residuo sólido, contenida en una unidad de volumen.

**Descomposición:** Acción de bacterias y hongos sobre la materia orgánica. Estos microorganismos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos reduciéndola a formas más simples que pueden ser asimiladas por las plantas.

**Disposición de residuos sólidos:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva de tal manera que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

**Fermentación aerobia:** Se lleva a cabo mediante la presencia de microorganismos, que necesitan del oxígeno para vivir o a los procesos que lo necesitan para poder desarrollarse.

**Fermentación anaerobia:** Proceso que se lleva a cabo en ausencia de oxígeno.

**Fertilizante:** Producto que aplicado al suelo o a las plantas, suministra a estas uno o más nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo.

**Fertilizante compuesto:** Nombre dado a los fertilizantes con un contenido garantizado de al menos dos de los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, que pueden estar en fase líquida. Además puede contener elementos secundarios y micronutrientes.

**Generación de residuos:** Cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo.

**Lixiviado:** Líquido contaminante que resulta del proceso de descomposición de materiales biodegradables.

**Materia Prima:** Sustancia utilizada en la producción o formulación comercial de fertilizantes, acondicionadores de suelos y productos afines.

**Melaza:** Subproducto generado en la industria azucarera.

**Microorganismos:** Seres vivos que solo pueden observarse a través de un microscopio.

**pH:** Nombre de la escala que mide el valor de la acidez o alcalinidad de una sustancia. Sus valores van de 0 – 14. Se considera neutro un valor de 7, mientras que por debajo de este valor corresponde a una materia ácida y por encima de este valor a una materia alcalina.

**Producción Per Cápite (PPC) de residuos sólidos:** generalmente expresada en kilogramos por habitante y por día.

**Recolección:** Acción y efecto de retirar los residuos sólidos del lugar de presentación.

**Residuo sólido:** Conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico que se producen tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo.

**Residuos Sólidos Domiciliarios:** Son todos aquellos residuos sólidos generados en las actividades que se realizan en un domicilio particular.

**Residuo sólido inorgánico:** Residuo sólido no putrescible (por ejemplo, vidrio, metal, plástico, etc.).

**Residuos Sólidos Municipales (RSM):** Desechos de origen orgánico procedente de hogares y plazas de mercado, seleccionados desde la fuente y libres de materiales contaminantes (Bacterias, desechos hospitalarios, metales pesados, vidrio, plásticos, materiales metálicos, etc.)

**Residuo sólido orgánico:** Residuo sólido putrescible (por ejemplo, cáscaras de frutas, estiércol, residuos de cosechas, etc.).

**Residuo sólido peligroso:** Aquel que por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas pueden causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana. También son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales

en residuos peligrosos. Asimismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

**Roca Fosfórica (Fosforita):** Producto natural constituido principalmente por fluoroapatitas con un contenido mínimo del 20% de fósforo total (fosfato de calcio natural). Esta puede ser sometida a calcinación y se conoce como roca fosfórica calcinada.

**Tamiz:** Aparato para separar los materiales en función de su tamaño.

**Tratamiento:** Es el conjunto de acciones y tecnologías mediante las cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización, o para disminuir los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana en su disposición temporal o final.

**Vinaza:** Subproducto generado en la industria de alcoholes y licores.

## RESUMEN

El estudio de factibilidad para el montaje de una planta procesadora de biofertilizantes a partir de desechos orgánicos en el municipio de Ricaurte, es un proyecto de carácter económico ambiental, con el propósito de minimizar la problemática derivada por la mala disposición de residuos sólidos domiciliarios en el municipio.

Además se considera como una alternativa viable la utilización de residuos sólidos orgánicos locales para la elaboración de fertilizantes orgánicos, que tradicionalmente se han desechado a orillas del río Güiza.

Mediante el estudio de mercado se identifica el flujo de oferta y demanda en el área de estudio, empleando la técnica de muestreo probabilística, aleatorio simple para una población finita, obteniéndose un número de 375 encuestas aplicadas a productores de papa en los cinco municipios de mayor área sembrada en el departamento, determinando una demanda potencial de 35.077 toneladas de fertilizante sólido y 105.230 litros de fertilizante líquido para el año 2006; estableciendo así un tamaño para la producción inicial del 0.36% para abono orgánico sólido y 34.8% para el líquido de la demanda actual del proyecto.

Con el objetivo de darle utilidad a los residuos sólidos orgánicos domiciliarios para transformarlos en biofertilizantes, se realizó el presente trabajó. Para ello se utilizó un diseño factorial de experimentos mediante la metodología de la superficie de respuesta en un arreglo factorial  $2^3$ , en fermentación aerobia y anaerobia, donde se estudio los siguientes factores; suero (ml), melaza y/o vinaza (ml) y tiempo (días). La variable de respuesta fue el pH, con el fin de lograr la estabilización del producto; teniendo en cuenta para la formulación de los productos finales la NTC 5167 referente a elaboración de fertilizantes orgánicos líquidos y sólidos y análisis de laboratorio y la NTC 40 de regulación de empaques.

La inversión inicial será de \$ 156'879.995, dinero destinado a la construcción de la planta y la puesta en marcha del proyecto. En la evaluación financiera del proyecto se obtuvo un VPN>0 igual a \$ 67'793.521; una TIR de 30.11%; una relación beneficio/costo > 1 (2,0) y un periodo de recuperación de la inversión en el tercer año.

## ABSTRACT

The feasibility study for the construction of a processing machine for biofertilizers from organic residue in Ricaurte. It is a project of an environmental economic nature, to reduce the problem due to the load of solid domestic residue in the town.

Then it is important to consider as a viable alternative the use of organic solid residues to make organic fertilizer which in the past had been dumped on the shore or the river Güiza.

Through the marketing study identify the supply and demand that are in the area of study. In this step it is important to use the probability sample technique, random for a specific population, through this way a number of 375 surveys will be obtained which are applied to potato producers from 5 towns mainly sowed area in the department, which determine a potential demand of 35.077 tonnes of solid fertilizer and 105.230 liters of liquid fertilizer in 2006 year that show a size to an initial production of 0.36% for the solid fertilizer and 34.8% of liquid of the actual demand of the project.

This project was profitable for the organic solid residues in the home to transform in biofertilizers. For this work it was necessary to use a factorial design of experiments by the middle of the surface methodology of answers to a factorial of  $2^3$  in a aired and unaired fermentation where it was important for this study the following factors: Serum(ml), molasses and distillers' solubles(ml) and time (days). The pH was the variable answer to obtain the product stability, taking into account the NTC 5167 to formulate the final products which refer to elaboration of liquid and solid organic fertilizers and at lab analysis and the NTC 40 of packings regulation.

The initial inversion will be of \$156'879.995 which will be used in the plan construction and the development.

In the financial project evaluation gained a NPV > 0 equal to \$67'793.521, a IRR of 30.11%, a relation benefit / cost > 1 (2.0) and a recuperation period of inversion in the third year.

## INTRODUCCIÓN

“El desarrollo sostenible busca brindar a las generaciones futuras un mejor planeta, un hábitat donde todas las especies puedan convivir, se les respete y puedan interactuar con gran calidad de vida. Desafortunadamente este objetivo que busca la conservación del medio ambiente es cada vez mas difícil de alcanzar, puesto que la indisciplina social y ecológica de la especie humana ha generado la relación violenta del hombre con su entorno, a través del uso de tecnologías, de modelos de desarrollo y de producción que están causando daño al medio ambiente.”<sup>1</sup>

Por otra parte la creciente producción orgánica de productos alimenticios es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores, los primeros se ven beneficiados porque en sus fincas se reduce considerablemente la contaminación del suelo, del agua y del aire, lo que alarga considerablemente la vida económica de los mismos y la rentabilidad de la propiedad. Los consumidores se ven beneficiados en el sentido que tienen la seguridad de consumir un producto 100% natural, libre de químicos, saludables y de alto valor nutritivo.

Además la tendencia de la demanda es encontrar productos innovadores y de fácil manejo por esta razón los fertilizantes orgánicos líquidos y sólidos o biofertilizantes poseen excelentes propiedades como revitalizante de plantas y recuperador de suelos desgastados, es ecológico puesto que tiene gran aceptación entre productores orgánicos, y es especial para uso domiciliario. Por ser el biofertilizante líquido un producto relativamente nuevo y de fácil manejo, que aún no se encuentra en los grandes mercados, es una interesante oportunidad para ingresar a los mismos, ya que estos buscan continuamente productos nuevos.

Desde siempre el manejo de los residuos sólidos urbanos ha sido un problema para las comunidades, especialmente para las más vulnerables y de escasos recursos porque esto acarrea consigo una serie de problemas ambientales y de salud para los integrantes de la comunidad si no se realiza un manejo adecuado de estos desechos.

---

<sup>1</sup> PEREZ V., Luís A; ROJAS P., Alba A; YEPEZ S., Darío L Estudio de factibilidad para el montaje de una empresa productora de abono orgánico en el municipio de Ipiales departamento de Nariño Colombia, 2003. Tesis (Pregrado Ingeniería Agroindustrial). Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial.

La generación alarmante de desperdicios, desechos y residuos sólidos, es uno de los principales problemas al cual se ve enfrentado el Ingeniero Agroindustrial por estar íntimamente ligado a procesos económicos, sociales y políticos que implican transformaciones estructurales en la actividad productiva, la utilización de estos desechos involucra múltiples y variados elementos que se encuentran inmersos en la Ingeniería Agroindustrial.

Por lo tanto este estudio se realiza con el objetivo de desarrollar un proceso para la producción de fertilizantes líquidos y sólidos a partir de residuos domiciliarios producidos en el Municipio de Ricaurte, y su posterior comercialización en mercados regionales. Logrando beneficios económicos, generación de empleo y aportando en la solución de los problemas ambientales.

## 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La generación de residuos sólidos reutilizables provenientes de diferentes sectores residenciales, agropecuarios e institucionales se ha convertido siempre en un problema ambiental pues dichos residuos generan contaminación dentro de la comunidad, debido a que no existen lugares adecuados para la disposición final de los mismos.

El principal problema al que se ven enfrentadas las comunidades es la generación de residuos sólidos domiciliarios, donde predomina el componente orgánico, presentando problemas ambientales debidos a la rápida descomposición y al mal manejo que se le da a dichos residuos. Además la disposición final se realiza de una manera inadecuada, en la mayoría de ocasiones recurriendo a vertederos sin control o semicontrolado o rellenos sanitarios que no generan una mayor fuente de aprovechamiento para estos recursos.

En el caso de los vertederos resultan obvios los problemas ambientales que se generan, al no existir total o parcialmente control de lixiviados, gases ni elementos arrastrables por el viento y el agua. El método de utilización de rellenos sanitarios, presenta menores problemas ambientales y permite la recuperación de energía mediante el aprovechamiento del biogás. Estos sistemas tienen en común retirar material de desechos de la población, pero recuperar la materia orgánica se convierte en una labor difícil y de elevado costo.

Se hace evidente el problema de los residuos sólidos domiciliarios en el municipio, a medida que la población aumenta; donde la sobreproducción y disposición final de los mismos se convierte en un problema social-ambiental ya que está ligado a la presencia de pequeños núcleos poblacionales que se pueden sentir perjudicados.

Actualmente los residuos sólidos domiciliarios se vierten a la cuenca del río Güiza que atraviesa el casco urbano del municipio y veredas aledañas, generando contaminación a esta fuente hídrica que surte de agua a veredas que se encuentran en la parte baja del municipio; por lo tanto con esta propuesta se espera disminuir la contaminación en beneficio de la población afectada.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la factibilidad y el desarrollo de un proceso de producción de fertilizantes a partir de residuos sólidos orgánicos, para la puesta en marcha de la planta ubicada en el municipio de Ricaurte departamento de Nariño.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar un diagnostico de la situación actual de los residuos sólidos orgánicos producidos en el municipio de Ricaurte, Nariño.
2. Realizar el estudio de mercado para el producto obtenido con el fin de identificar consumidores potenciales, estrategias de venta, oferta y canales de comercialización en los mercados regionales, principalmente en la ciudad de Pasto.
3. Determinar y evaluar mediante un estudio técnico – económico la viabilidad del proyecto.
4. Formular diseños experimentales para la elaboración de fertilizantes líquidos a partir de desechos orgánicos y su posterior estandarización de proceso.
5. Diseñar la estructura organizacional y la planeación de la producción para el proyecto.
6. Identificar el impacto social y ambiental del proyecto.
7. Determinar y evaluar mediante un estudio financiero la rentabilidad del proyecto, identificando por medio de una estructura de costos, inversiones, costos, ingresos, egresos, indicadores de rentabilidad entre otros.

### 3. JUSTIFICACIÓN

En el Municipio de Ricaurte y veredas aledañas se producen gran cantidad de residuos sólidos domiciliarios, generando un impacto ambiental negativo en la mayoría de los casos, los cuales pueden ser utilizados en la elaboración de fertilizantes líquidos y sólidos para enriquecer las tierras de la región, como también para ser comercializados en mercados regionales con el fin de generar ingresos para las personas involucradas, directa e indirectamente en este proceso de producción.

El presente estudio para la elaboración y formulación de fertilizantes a partir de residuos orgánicos, busca brindar un aporte para el cambio de actitud en cada productor, ya que se busca prevenir la contaminación del medio ambiente, mejorar la calidad de vida de los productores y generar un cambio en la forma de producir sin causar daños al suelo, el agua, las plantas, al trabajador y los consumidores; además se incrementa la productividad de los diferentes cultivos mediante la aplicación de estos productos. Garantizando al consumidor la adquisición de alimentos producidos orgánicamente.

Debido a la problemática generada por la disposición final de los residuos domiciliarios se requiere presentar alternativas de utilización y generación de valor agregado a los mismos con la producción de fertilizantes que pueden ser utilizados como revitalizantes para los suelos de la región. Los cuales proporcionan nutrientes a las plantas y alimenten al suelo con microorganismos benéficos y materia orgánica, mejorando las características del mismo.

La utilización de residuos orgánicos para la elaboración de fertilizantes se puede considerar como un bien ambiental - social por los beneficios ambientales que genera, entre los cuales se tiene la disminución en la cantidad de agroquímicos requeridos por los cultivos donde es aplicado y además se devuelve a la naturaleza un bien que fue generado por ella, evitando el agotamiento del humus y tierras productivas.

Mediante la utilización de bioabonos se puede combatir la erosión, y mejorar los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos. Su elaboración trae beneficios directos e indirectos en la producción agrícola, la mano de obra que ocupa, la posibilidad de obtener productos ambientalmente sanos y su valor como elemento formativo ambiental.

Al plantear la posibilidad de diseñar un proceso que contribuya a mitigar la problemática de los residuos domiciliarios, a partir, de la generación de un bien

como los fertilizantes, se evita un perjuicio, dándole valor a estos residuos que de no ser procesado trae como consecuencia una serie de problemas que afectan tanto al ser humano como al medio ambiente.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

“La clasificación por la *naturaleza química* permite establecer dos categorías de residuos: residuos *inorgánicos o abiógenos* y residuos *orgánicos o biógenos*”

#### 4.1.1 Residuos inorgánicos

Incluye todos aquellos residuos de origen mineral y sustancias o compuestos sintetizados por el hombre. Dentro de esta categoría se incluyen habitualmente metales, plásticos, vidrios, etc. Desechos provenientes de agrotóxicos, agroquímicos, fitosanitarios y agroveterinarios, son en su mayoría de origen sintético y con un gran efecto residual. Si bien estos residuos requieren un análisis particular y no son objeto de este trabajo, debe considerarse que los mismos representan importantes insumos en los sectores productivos y su efecto residual puede modificar sustancialmente las características y propiedades de los residuos orgánicos.

#### 4.1.2 Residuos orgánicos

Se refiere a todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan naturalmente durante el “ciclo vital”, como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos.

El contenido de humedad es otro parámetro a considerar en los residuos orgánicos. La humedad varía de un pequeño porcentaje, como en el caso de residuos de cosechas, hasta un 90% en el caso de lodos, aguas negras y otros desechos líquidos. El contenido en humedad, puede llegar a condicionar, las alternativas de tratamiento.

### 4.2 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (R.S.U)

La denominación Residuos Sólidos Urbanos hace referencia, en términos generales, a los residuos generados por cualquier actividad en los centros urbanos y en sus zonas de influencia. Ocupándose, sólo de aquellos residuos urbanos donde el componente orgánico predomina, estos son: residuos sólidos domiciliarios, residuos provenientes de la limpieza y barrido de áreas públicas,

residuos del mantenimiento de arbolado, áreas verdes, recreativas públicas y privadas.”<sup>1</sup>

### **4.3 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS**

“Son todos aquellos residuos sólidos generados en las actividades que se realizan en un domicilio particular. Varios aspectos caracterizan entre otros estos residuos:

*Regularidad en la emisión:* se producen diariamente, sin discontinuidad.

*Heterogeneidad en su composición:* son una mezcla de desechos de origen orgánico o biótico e inorgánico o abiótico, sujeta a variaciones de tipo estacional y zonal.

*Concentración espacial:* una vez efectuada la recolección, los residuos domiciliarios son trasladados a un sitio donde se realiza la disposición final de los mismos. El componente orgánico de los residuos domiciliarios es la fracción predominante. Su porcentaje en peso puede variar entre un 55 a 70% del peso total, el resto corresponde a residuos abióticos.

Dentro de esta fracción orgánica, en términos generales predominan los desechos de origen vegetal. La relación residuos vegetales/animales está sujeta a variaciones de tipo estacional muy marcadas en algunas regiones.

Si bien los Residuos Sólidos Domiciliarios representan cuantitativamente una fuente muy importante de materia orgánica, la separación de esta fracción libre de restos inorgánicos ofrece dificultades, lo que encarece los costos de recuperación.

### **4.4 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS**

La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector. Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad.”<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> SZTERN Daniel. PRAVIA Miguel. Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos. [Artículo de Internet] <http://www.ops.org.uy/pdf/compost.pdf> > [Consulta: 30 de abril de 2005].

<sup>2</sup> Ibíd., p. 18

#### 4.4.1 Los residuos orgánicos como materia prima para la producción de abonos orgánicos

“Se entiende genéricamente por *abonos* todas aquellas sustancias o compuestos de origen abiógeno o biógeno que presentan alguna propiedad positiva para los suelos y cultivos.

Los abonos orgánicos o *bioabonos*, son aquellas sustancias o compuestos de origen biógeno vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos. La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonado orgánico. En esta categoría se puede incluir los *abonos verdes*. Si bien potencialmente, la incorporación al suelo de residuos orgánicos puede llegar a tener algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos, no en todos los casos esto se cumple e inclusive el efecto puede ser perjudicial. Cuando incorporamos residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación al suelo, el orden natural, conlleva a que se cumplan los procesos de mineralización. Es frecuente, que para que esta serie de procesos se cumplan, se produzca un alto consumo de oxígeno e inclusive si los materiales aportados no tienen una buena relación carbono/nitrógeno se agoten inicialmente las reservas de nitrógeno del suelo. En algunos casos, se terminan favoreciendo los procesos anaerobios, con la consiguiente acidificación, movilización y pérdidas de nutrientes. En resumen, los procesos de estas prácticas son incontrolables por lo que los resultados finales quedan en muchos casos librados al azar.

Parece entonces razonable, que para aprovechar el potencial que los desechos orgánicos tienen como abonos, estos deben pasar por un proceso previo antes de su integración al suelo, de forma tal que, el material que definitivamente se aporte, haya transcurrido por los procesos más enérgicos de la mineralización, se presente desde el punto de vista de la biodegradación de la forma más estable posible, y con los macro y micro nutrientes en las formas más asimilables posibles para los productores primarios.

Unas de las técnicas que permiten esta biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el *Compostaje* y el producto final es conocido como *Compost*. Por una razón práctica, se utiliza el término *biofertilizantes* para referirse a aquellos abonos orgánicos que son producidos a partir de desechos orgánicos, por la aplicación de alguna *biotécnica*.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> CERVANTES F., Miguel; Tratamientos Fitosanitarios Agua-Aire, [Artículo de Internet] [http://www.infoagro.com/abonos orgánicos](http://www.infoagro.com/abonos%20org%C3%A1nicos) > [Consulta: marzo de 2005].

#### **4.4.2 Producción de fertilizante líquido orgánico.**

“En sus inicios el fertilizante orgánico líquido fue diseñado para aplicarse a los cultivos por vía foliar y no se recomendaba aplicarse en plantas en floración ya que ocasionaba aborto en estas, así como sus límites en cantidades por hectárea.

Con las mejoras que se realizan continuamente a través de la investigación ya esto no sucede y no solo sirve específicamente para aplicación foliar sino también se aplica al suelo por diferentes métodos, ya que se mezcla con humus líquido y bacterias desintegradoras de materia orgánica, dependiendo del tipo de cultivo y clase de suelo.

Su mejora se debe a la gran diversidad de materia prima para su elaboración así como las proporciones utilizadas y calidad de las mismas.

##### **4.4.2.1 Producción de fertilizantes líquidos a partir de desechos orgánicos.**

Con la producción de biofertilizantes se pretende brindar una aportación para un cambio de actitud en cada productor, ya que se busca prevenir la contaminación del medio ambiente, mejorar la calidad de vida de los productores y generar un cambio en la forma de producir sin causar daños al suelo, el agua, las plantas, al trabajador y los consumidores.

##### **4.4.2.2 Pasos recomendados para elaboración de fertilizante líquido**

- ◆ Se puede preparar en barriles de plástico o en fosos cavados según los requerimientos de producción y la disponibilidad del terreno.
- ◆ Se debe tener en cuenta la disponibilidad de materias primas para ser adicionadas posteriormente.
- ◆ En el caso de realizarse en foso se debe cubrir este con plástico para evitar pérdidas y contaminaciones de corrientes subterráneas.
- ◆ En los dos casos se recomienda llenar de agua (no clorada) los recipientes hasta la mitad.
- ◆ Adición de materias primas de acuerdo a la disponibilidad y análisis previo, con el fin de garantizar que se incorpore ingredientes, que sirvan como fuente de energía y fuente de proteína en el proceso de fermentación (anaeróbica).
- ◆ Además se debe adicionar minerales orgánicos como fuente de enriquecimiento

- ♦ Cubrimiento del recipiente o foso, para evitar la entrada de aire, el cual es negativo para el trabajo de las bacterias que se inoculan y forman durante el proceso de fermentación para la obtención de un producto de excelente calidad.
- ♦ El tiempo de fermentación se determina teniendo en cuenta los requerimientos del producto. <sup>6</sup>

### 4.4.3 Compostaje

“El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable, permitiendo obtener “compost”, abono excelente para la agricultura.

También se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión y mejora la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

#### 4.4.3.1 Sistemas de compostaje

El proceso de compostaje sufre la influencia de diversos factores que permite una clasificación que se puede ver en el cuadro 1, determinando las condiciones óptimas para el proceso elegido.

**Cuadro 1. Sistemas de compostaje**

PROCESO	CARACTERÍSTICAS
<b>AEROBIO</b>	La fermentación ocurre en presencia de oxígeno. La temperatura de la masa en descomposición es elevada a 60°C. Mayor velocidad de transformación de los residuos sólidos orgánicos. Desprendimiento de dióxido de carbono, vapor de agua. Ausencia de malos olores.
<b>ANAEROBIO</b>	La fermentación ocurre en ausencia de oxígeno. La descomposición ocurre a bajas temperaturas 35°C. Desprendimiento de Metano, Anhídrido sulfuroso. Generación de malos olores.
<b>MIXTO</b>	Combinación de procesos aeróbicos y anaeróbicos.

<sup>6</sup> EL PORTAL AGRÍCOLA, Elaboración de Biofertilizantes. Fórmula: eco-agro ¡un paso mas. . .!. [Artículo de Internet]: [www.AgroNet.com.mx/](http://www.AgroNet.com.mx/) México, Mayo. 27 de 2005 > [Consulta: septiembre 11 de 2005].

<b>CRIOFÍLICO</b>	Asociado a procesos de bajas temperaturas (T° medio ambiente).
<b>MESOFÍLICO</b>	Asociado a procesos de temperaturas entre 40– 55°C. La temperatura depende de la población de microorganismos, entre mayor población mayor es la temperatura.
<b>TERMOFÍLICO</b>	La fermentación ocurre a temperaturas superiores a 55°C, alcanzando mayor temperatura a 70°C. Permite reducir condiciones de supervivencia de microorganismos patógenos.
<b>ABIERTOS</b>	Compostación realizada a cielo abierto. Menores costos de implementación.
<b>CERRADOS</b>	Compostación realizada en bioestabilizadores, digestores, células de fermentación, reactores. Proceso con fases controladas asegurando productos de mayor calidad.
<b>ESTÁTICOS</b>	Volteos esporádicos o nulos. Aireación a través de compresores. Degradación incompleta en el exterior de la pila.
<b>DINÁMICOS</b>	Volteos continuos. Homogenización de la masa en compostación. Eliminación de microorganismos patógenos.

Fuente: DURAN PEREZ Hugo. Tratamiento de los residuos sólidos de origen orgánico e pequeñas comunidades por medio del proceso de compostación. Universidad del Valle. 1994 p. 29

#### 4.4.3.2 Procedimiento para la elaboración de compost

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada.

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- **Mesolítico.** La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el Ph.
- **Termofílico.** Cuando se alcanza una temperatura de 40°C los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60°C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

- **De enfriamiento.** Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el compost y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.
- **De maduración.** Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

#### **4.5. FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS**

La transformación de los residuos orgánicos en el proceso de compostación se ve afectada por diversos factores, como temperatura, humedad, aireación, relación carbono / Nitrógeno, pH y el tamaño de las partículas entre otros.

##### **4.5.1 La temperatura**

Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza después de la etapa de la mezcla de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de 14 horas de haberlo preparado, el abono debe presentar temperaturas que pueden superar fácilmente los 50 °C, lo que es una buena señal para continuar con las demás etapas del proceso. La actividad microbiológica puede ser perjudicada por la falta de oxigenación y el exceso o escasez de humedad.<sup>4</sup>

##### **4.5.2 La humedad**

La humedad óptima para lograr la máxima eficiencia del proceso de la fermentación del fertilizante, oscila entre el 50% y el 60% (en peso). Cuando la humedad es inferior al 40%, se da una descomposición aeróbica muy lenta de los materiales orgánicos que hacen parte del compuesto. Por otro lado cuando la humedad supera el 60%, la cantidad de poros que están libres de agua son muy pocos lo que dificulta la oxigenación de la fermentación, resultando un proceso anaeróbico que no es lo deseado ni lo ideal para obtener un fertilizante de buena calidad.<sup>5</sup>

##### **4.5.3 La aireación**

“La presencia del oxígeno es necesaria para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del fertilizante. Se calcula que como mínimo debe existir de un 5% a un 10% de concentración de oxígeno en los macroporos

---

<sup>4</sup> RESTREPO R., Jairo; Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares, San José de Costa Rica, Julio de 2001. p. 17.

<sup>5</sup> Ibíd., p. 17

de la masa. Sin embargo, cuando los microporos se encuentran en estado anaeróbico debido a un exceso de humedad, ello puede perjudicar la aireación del proceso, y en consecuencia, se obtiene un producto de mala calidad.

#### **4.5.4 Relación Carbono / Nitrógeno**

La relación teórica e ideal para la fabricación de un buen fertilizante de rápida fermentación se calcula que es de 1 a 25-35. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización; por otro lado, relaciones mayores resultan en una fermentación más lenta.

#### **4.5.5 El pH (acidez)**

La fabricación de los fertilizantes requiere que el pH oscile entre 6 y 7.5, ya que los valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales.

#### **4.5.6 El tamaño de las partículas de los ingredientes**

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del fertilizante puede presentar la ventaja de aumentar la superficie para su descomposición microbiológica. Sin embargo el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar fácilmente a una compactación que favorece el desarrollo de un proceso anaeróbico, lo que no es ideal para obtener un buen fertilizante.”<sup>6</sup>

Se debe evitar la trituración excesiva ya que al disminuir el tamaño de las partículas se disminuye la permeabilidad y consecuentemente la eficiencia de la aireación. El tamaño mas recomendable de las partículas se considera en 3.85 cm.<sup>7</sup>

#### **4.5.7 Mezcla de ingredientes**

Los materiales deben estar bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa.

El montón debe tener el suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y aireación y deber estar en contacto directo con el suelo, además la ubicación del montón dependerá de las condiciones climáticas de cada lugar.

También se debe mencionar la inoculación de la materia prima con caldos microbiales, con el fin de evitar la contaminación por los microorganismos

---

<sup>6</sup> Ibíd., p. 18

<sup>7</sup> GÓMEZ Z., Jairo, Abonos orgánicos, Feriva S.A., Santiago de Cali Mayo de 2000. p. 35

patógenos presentes en la misma; la inoculación se realiza de acuerdo al número de volteos determinados por la curva de compostación.

Para la elaboración de estos caldos se encuentran diferentes fórmulas y teniendo en cuenta la literatura y las condiciones de la zona se pueden mencionar las siguientes:

- **“CAPTURADOR DE BACTERIAS**

MATERIALES:

- Tarro de plástico
- 1Kg de maíz germinado + 100ml melaza y 20gr levadura
- Tela de nylon

PROCEDIMIENTO:

Mezclar el maíz molido con la melaza y levadura en suficiente agua en el tarro plástico.

Tapar la boca del tarro con el nylon y asegurarlo.

COSECHA DE BACTERIAS

Después de 2 semanas destape el tarro y saque el caldo que estará impregnado de bacterias descomponedoras de materia orgánica (solución madre).

APLICACIÓN:

200 ml de solución madre + 200 ml de melaza en 20 litros de agua.”<sup>8</sup>

Además se consiguen en el mercado diferentes tipos de aceleradores de compostaje, que se constituyen en una alternativa para este proceso.

#### **4.5.8 Tiempo de compostaje**

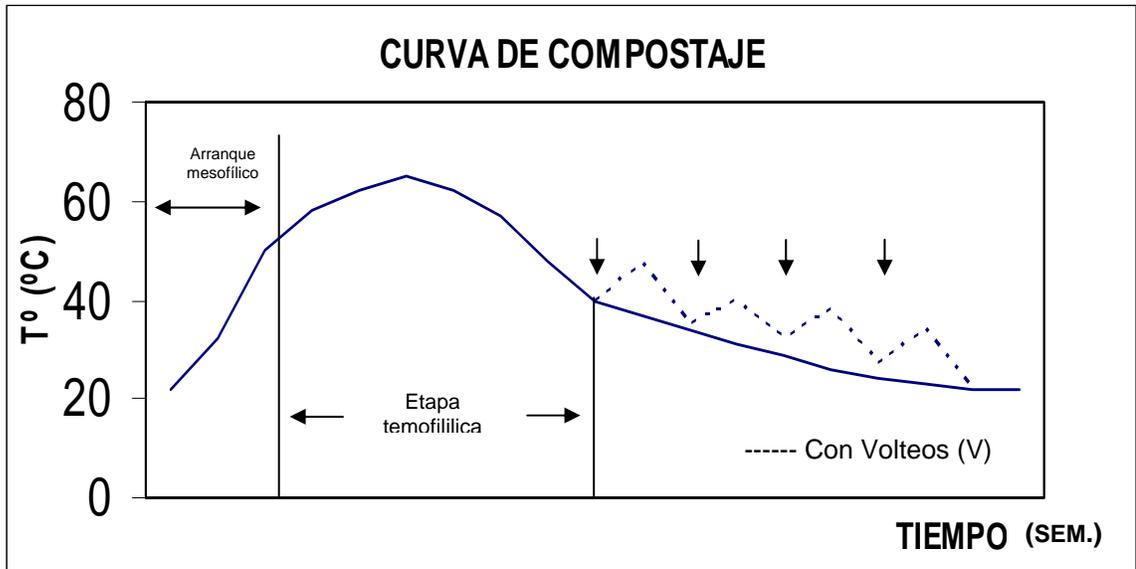
El tiempo y los volteos necesarios se determinan mediante la curva de compostación que se elabora experimentalmente, teniendo en cuenta la temperatura y el tiempo; si la temperatura baja bruscamente se controla las corrientes de aire en la pila y si por el contrario alcanza elevadas temperaturas se realizan volteos más seguidos (ver figura 1).<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> RESTREPO, Op. cit., p. 23

<sup>9</sup> GÓMEZ Z, Op. Cit., p. 28.

Figura 1. Curva de compostaje



Fuente: Gómez, Jairo. Abonos orgánicos. 2000

## 5. ANTECEDENTES

### 5.1 ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE RICAURTE

Este municipio se encuentra a 142 kilómetros al occidente de la ciudad capital del Departamento de Nariño. Limita por el norte con Barbacoas y Samaniego, por el sur con la República del Ecuador y Cumbal, por el oriente con Samaniego, Santacruz y Mallama, por el occidente con Tumaco y la República del Ecuador. Está ubicado a una altura de 1.181 metros sobre el nivel del mar, la temperatura media es de 22 grados centígrados. La precipitación anual es de 3.996 milímetros, siendo una de las más altas del país. El área municipal es de 2.422 kilómetros cuadrados. La mayor parte de su territorio es montañoso, destacándose como accidentes orográficos los cerros de Cuesbí, Panecillo, El Yare y El Volteadero, distribuyéndose estas tierras en pisos térmicos cálidos, templados y fríos y son bañadas por las aguas de los ríos Blanco, Cungupú, Chicandina, Güiza, Imbí, Las Vegas, Nariño, Miraflores, Mulas, Mundo Nuevo, Nulpe, Peasbí, Puelmanbí, San Juan y Telembí, además de algunas corrientes menores.

El municipio de Ricaurte está situado en la región sur occidental de Nariño, y tiene por coordenadas una latitud norte de 1° 12' y de longitud oeste 79° 59'.<sup>10</sup>. (Ver figura 2)

---

<sup>10</sup> UNIVERSIDAD MARIANA. Conozcamos Nariño [Artículo de Internet] <http://www.umariana.edu.co/Ricaurte.htm>. > [Consulta: junio de 2005].

**Figura 2. Ubicación geográfica del Municipio de Ricaurte**



### 5.1.1 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

Tiene una extensión de 121.100 hectáreas (Has), de las cuales 84.770 corresponden al piso térmico medio; 24.220 al piso térmico cálido y 12.110 al piso térmico frío de acuerdo con el siguiente cuadro.

**Cuadro 2. Hectáreas según piso térmico**

PISO TÉRMICO	HECTÁREAS (Has)	PORCENTAJE
CÁLIDO	24.220	20%
MEDIO	84.770	70%
FRÍO	12.110	10%
<b>Total</b>	<b>121.100</b>	<b>100%</b>

Fuente: Plan Agropecuario Municipal 2000

### 5.1.2 RELIEVE

La Orografía del municipio de Ricaurte pertenece a las estribaciones de la cordillera occidental por consiguiente su relieve en la gran mayoría es escarpado con pendientes al 50% y algunas zonas planas o ligeramente onduladas.

Entre las Principales alturas del relieve del Municipio de Ricaurte se encuentran: El Yare, cerros Imbí, Mongón, Don Diego, las Golondrinas, loma del Tigre, loma el Volteadero, la altura de la Filongola y Peña Blanca y la cordillera de Cartagena.

Dentro de las llanuras se destacan: la Planada considerada como una reserva natural, llanura de vegas, Nulpe medio y la Llanura formada por la parte media de los ríos Albi y Nulpe.<sup>11</sup>

### 5.1.3 HIDROGRAFÍA

El sistema hidrográfico de Ricaurte está conformado por la cuenca receptora del río Mira y por la Cuenca del río Telembí, en las elevaciones montañosas se forman hondonadas por donde corren importantes ríos como: Gualcalá, Güiza, Miraflores, Vegas, San Juan, Nulpe. (Ver cuadro 3)

**Cuadro 3. Principales ríos y sus afluentes.**

RÍO	NACIMIENTO	AFLUENTES
GÜIZA	Al pie del Volcán Azufral.	Mira flores, Quebrada San Pablo, Cartagena, Chambo, Carrizal, Pilispi, Guadual, Imbi, Negra, Gualdubi y Palpis.
MIRAFLORES	Laguna de Cumbal	Quebradas: Balsal, Don Felix, don jeremías, Don Trino, De los Silvas.
VEGAS	Laguna de Cumbal	Quebradas: Amarga, Rusia, Pisalbi, Piagüi, Chinagüi, Chagüi, Caimitillo.
NULPE	Cerro Golondrinas	Quebradas: Verde, Chical, Guande, Chicandina, Sardinera, Guadual, Cuasbil.
SAN JUAN	Ecuador	Río Numbi; Quebradas: Cungupí, Hojal, Honda, Tortugaña, Sardinera, Piguantis, Babora.
GUALCALÁ	Cerro Gualcalá	Quebradas: Tablón, San Francisco, Cristal, Tula, Santa Rosa, Río Blanco, Pital, Yalarí

Fuente: Plan Agropecuario Municipal 2000

<sup>11</sup> ALCALDÍA MUNICIPAL DE RICAURTE; HERNANDEZ G., Orlando (alcalde); Plan de desarrollo municipio de Ricaurte. 2003-2006. p. 47

#### **5.1.4 RELIEVE Y GEOMORFOLOGÍA**

El municipio de Ricaurte presenta como forma general de relieve, laderas, su relieve es quebrado y escarpado por procesos geomorfológicos actuales, presentan escurrimientos difusos y concentrados, el material parental es heterogéneo con influencia de cenizas volcánicas y materiales ígneos y sedimentarios. (Ver cuadros 4 y 5)

**Cuadro 4. Morfología y relieve del municipio de Ricaurte**

<b>MICRO REGIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMAS</b>	<b>PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS ACTUAL</b>	<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS</b>	<b>MATERIAL PARENTAL GEOLÓGICO</b>	<b>FERTILIDAD</b>	<b>FORMAS GENERALES DEL RELIEVE</b>
<b>I</b>	Relieve quebrado o escarpado- Pendientes mayores del 25%	Escurrimientos difusos – Pata de vaca.	Suelos superficiales y susceptibles a la erosión asociados con afloramientos rocosos.	Material Heterogéneo de cenizas volcánicas.	Baja	Laderas
<b>II</b>	Relieve quebrado o escarpado- Pendientes mayores del 50%	Escurrimientos difusos y concentrados.	Suelos superficiales pedregosos y rocosos.	Depósitos volcánicos o materiales heterogéneos.	Baja	Laderas
<b>III</b>	Relieve quebrado o escarpado- Pendientes mayores del 75%	Escurrimientos difusos y concentrados.	Suelos muy superficiales pedregosos y rocosos.	Materiales ígneos y sedimentarios.	Muy Baja	Laderas

Fuente: IGAC.

**Cuadro 5. Clases agrológicas**

<b>MICRO REGIÓN</b>	<b>CLASES</b>	<b>USOS</b>	<b>HECTÁREAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>	
<b>I</b>	<b>I – III</b>	Agrícola	36.242	29.92%	Pendientes no mayores al 25% la salinidad no excede del 30%, necesitan practicas moderadas de conservación de suelos para que sean aptos para cultivos transitorios y permanentes como por ejemplo: maíz, yuca, frijol, frutales, etc.
<b>II</b>	<b>IV –VI</b>	Ganadero	48.440	40%	Con pendientes entre 25 y 50%, relieve escarpado, la salinidad hasta un 60% con suelos salinos y salino sódicos. Suelos aptos para cultivos permanentes y pastoreo con buen manejo de potreros.
<b>III</b>	<b>VII – VIII</b>	Forestal	36.428	30.08%	Pendientes menores del 50%, erosión moderada. Salinidad hasta 70%. Su uso de limita a vegetación forestal y algunos cultivos. Se debe proteger la vegetación y la vida existente para la conservación de cuencas hidrográficas.

Fuente: IGAC

### 5.1.5 ZONAS DE VIDA

Se presentan tres zonas de vida que caracterizan las tres microregiones en que se ha dividido el municipio, teniendo en cuenta la clasificación de L.R Holdridge. (Ver cuadro 6)

**Cuadro 6. Zonas de vida municipio de Ricaurte**

ZONAS DE VIDA	TEMP.°C	PRECIPIT. mm/anuales	ALTURA m.s.n.m	ÁREA Km <sup>2</sup>	CARACTERÍSTICAS
Bosque húmedo montano bajo	12° - 18°	2000-4000	2000 - 3000	29	Transformación cobertura vegetal a causa de actividades agropecuarias, predominio bosques nativos secundarios, rastrojos y actividad agropecuaria.
Bosque muy húmedo montano bajo	12° - 18°	4000	2000-3000	169.1	Efecto orográfico en el aumento de las lluvias, formación de densas neblinas, se debe manejar adecuadamente para mantener estabilidad de vertientes.
Bosque pluvial montano bajo	12° - 18°	4000	1800-2600	68.1	Evapotranspiración baja, alto excedente de agua, gran importancia en la producción de agua en cuencas hidrográficas.
Bosque muy húmedo premontano	18° - 24°	2000-4000	1000-2000	13.6	Favorables condiciones climáticas, apto para diversidad de productos, predominan zonas de potreros y de cultivos.
Bosque pluvial premontano	18° - 24°	4000	1000-2000	709.3	Zona altamente lluviosa, bosque en estado natural, abundantes musgos, helechos, arbustos, que crecen en medio de una inmensa vegetación.
Bosque pluvial premontano transición cálida	18° - 24°	4000	1000-2000	471.9	Alto contenido de agua en el suelo, favorables condiciones climáticas.
Bosque muy húmedo tropical	24°	4000	1000-2000	197.1	Bosque primario de gran complejidad florística, árboles dominantes de gran altura
Bosque pluvial tropical	24°	4000	1000-2000	290	Alta Pluviosidad, condiciones especiales del suelo, gran vegetación y vida animal, terrenos cubiertos por selvas.

Fuente: Plan de desarrollo municipio de Ricaurte

## 5.2 PROBLEMAS AMBIENTALES

“El municipio presenta un desequilibrio ambiental debido a la desprotección que presentan las microcuencas y a la sobre utilización del suelo, problema que se agrava por la deficiente educación ambiental. En el municipio es preocupante el estado actual de flora y fauna a causa de la acción del hombre, la tala y la quema indiscriminada de los bosques, generando graves problemas de extinción de especies vegetales y animales.

**5.2.1 Tala y quema de bosques:** La tala de bosques se presenta por: la necesidad de expandir la frontera agrícola, para crear zonas de praderas y zonas para cultivos agrícolas; así como para la extracción de madera para construir sus viviendas, cercos y para ser utilizados como combustible en la preparación de alimentos. Otro factor que ocasiona la tala es la utilización de este recurso en el proceso de los trapiches.

**5.2.2. Recurso suelo:** Las principales causas de deterioro del suelo son: prácticas agropecuarias inadecuadas, tala y quema de la cobertura vegetal, ampliación del área agrícola, disposición de materiales no degradables como plásticos y latas, siembra de cultivos limpios en áreas de alto porcentaje de pendiente y asentamientos humanos en áreas inadecuadas.

**5.2.3 Recurso agua:** La contaminación del agua se debe a: vertimiento de aguas servidas y residuos sólidos, lavado de ropa y equipos utilizados en la agricultura, y vertimientos de residuos de cosecha. La deforestación de las microcuencas, producidos por la quema y tala indiscriminada de bosques es preocupante.

**5.2.4 Pastoreo:** Es un problema común en áreas rurales en donde se desconocen las técnicas en cuanto a la tecnificación de praderas se refiere; en el municipio de Ricaurte la mayoría de los habitantes que tienen ganado permanecen con el sistema de pastoreo antiguo, es decir, dejan el ganado pastar todo el tiempo sobre un determinado potrero; sin tener en cuenta el tiempo de ocupación, ni el periodo de recuperación de la pradera, presentándose un tiempo prolongado de ocupación y un largo periodo de recuperación, lo que trae como consecuencia la escasez de pastos en ciertos periodos del año, afectando la adecuada alimentación de estos animales.

El sistema de pastoreo continuo no es conveniente debido a que escasean los pastos y durante el invierno se desperdicia una cantidad considerable puesto que los animales no lo consumen en el momento ni en el lugar apropiado, además las malezas prosperan vigorosamente al no encontrar un pasto fuerte que les pueda competir en espacio luz y nutrientes. Todo lo anterior trae como consecuencia la erosión e infertilidad de la capa vegetal.

**5.2.5 Manejo y disposición final de residuos sólidos:** Algunos desechos y residuos sólidos generados, reciben un tratamiento deficiente, y son depositados en espacios abiertos; sin embargo, algunas de las familias depositan los desechos orgánicos en huecos, lo cuales se transforman en residuos orgánicos que al ser combinados con la tierra constituyen un abono. Pero se debe tener en cuenta el impacto causado por la producción de lixiviados en esta práctica.

Es de vital importancia que se le de un manejo adecuado a los residuos sólidos del municipio ya que están estrechamente ligados a la salud. Estos son causa de malos olores, problemas de orden estético, cuna y hábitat de enfermedades, incluso pueden ser causa de problemas de salud pública.

En el casco urbano el servicio de aseo y recolección de basuras lo realiza la Alcaldía con la volqueta del municipio mediante cuatro recorridos semanales.

Según información de la oficina de Saneamiento Ambiental del Municipio, se estima que el 80% de las basuras en la cabecera municipal son de tipo orgánico, pero hasta la fecha no se ha realizado ningún tipo de capacitación a la comunidad en lo que respecta a la separación de residuos orgánicos e inorgánicos en la fuente para su posterior reciclaje.

Tanto la recolección como el tratamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos pueden generar fuentes de empleo a nivel local; los primeros son susceptibles de manejarse para el cultivo de lombrices o lombricultura, fabricación de abonos, etc., y los inorgánicos como el papel, el cartón, el vidrio, el plásticos, etc., se pueden reciclar, actividades que se potenciarían mediante la conformación de microempresas como viene haciendo en otros municipios de Colombia.

Se identificó que actualmente no existe un sistema adecuado para la disposición final de basuras, lo que origina focos de contaminación ambiental en el aire, la tierra y el agua, principalmente en el río Güiza donde son arrojadas las basuras del casco urbano.

En la zona rural la disposición final de las basuras se realiza generalmente a campo abierto sin ningún tipo de tratamiento o cuidado, ocasionando graves problemas de contaminación para el medio ambiente y la salud de sus habitantes."<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Ibíd., p. 49,50.

### **5.3 POTENCIALIDAD AMBIENTAL**

El municipio cuenta con una verdadera riqueza en cuanto a fauna y flora que aun no ha sido intervenida y con gran variedad de espacios naturales y de fauna en vía de extinción que pueden ser resguardadas y explotadas racionalmente.

El área mas extensa de tierra del municipio cuenta con bosques naturales primarios, una gran variedad de vegetación exuberante y rica ecológicamente, donde todavía se encuentran reservas naturales, entre ellas la mas importante la de la Planada, donde existen una gran variedad de flora y fauna de gran importancia ecológica y económica; el área del sector forestal alcanza las 82.919 hectáreas que equivalen al 68.52% del total. Con lo anterior se puede generar una actividad ecoturística que beneficie a la región.

La comunidad del municipio de Ricaurte está consciente de los problemas ambientales que se han generado por la mala utilización de los recursos naturales, además del buen recurso humano y voluntad de trabajo por la recuperación de los mismos. Actualmente existe una disposición por parte de la población para la recuperación de la cuenca del río Güiza, en la reforestación con especies naturales para así utilizarla en la actividad Ictiológica (actividad piscícola) y turística de la zona.<sup>13</sup>

### **5.4 DIVISIÓN POLÍTICA**

El Municipio está dividido políticamente en veredas, resguardos indígenas y casco urbano como se indica en el siguiente cuadro.

---

<sup>13</sup> Ibíd., p. 51

**Cuadro 7. División política del municipio de Ricaurte**

<b>Barrios Casco Urbano</b>	<b>Veredas</b>	<b>Resguardos</b>	<b>Cabildos</b>
- Santander - La Pola - Cartagena - Avenida Estudiantes - Las Palmas - Primavera - El Comercio	- Alto Cartagena - Chambú - Guadual - Ospina Perez - Palpis - Pilispí - San Francisco - Villanueva - San Isidro - San Pablo	- Ramos Mongón. - Pialapí Pueblo Viejo - Cuchilla del Palmar - Gualcalá - Nulpe Medio y Alto - Cuasucabí - Maguí - Vegas Chaguí Chimbuza - Palmar Imbí Medio - Alto Cartagena - Milagroso Cuaiquer Viejo	- Ramos Mongón - Pueblo Viejo - Cuchilla del Palmar - Gualcalá - Nulpe medio y Nulpe Alto. - Cuasucabí - Maguí - Vegas, Chaguí Chimbuza. - Palmar Imbí Medio. - Alto Cartagena. - Cuaiquer Viejo, Palbí Gualtal. - Alto Armada, Isipú y Cuesbí Montaña.

Fuente: Plan de desarrollo Municipio de Ricaurte

## 5.5 DEMOGRAFÍA

Según proyecciones del DANE para el año 2.003 la población del Municipio de Ricaurte es de 13.110 habitantes, de los cuales el 18.8% se ubican en el casco urbano (2.467 personas) y el 81.2% en la zona rural (10.643 personas). De esta población el 49% son hombres y el 51% son mujeres.

Del total de la población el 66.1% (8.672 habitantes) son indígenas Awá distribuidos en 11 resguardos así: (Ver cuadro 8)

**Cuadro 8. Resguardos indígenas existentes en el municipio de Ricaurte**

<b>Resguardo</b>	<b>Habitantes</b>
- Alto Cartagena	128
- Cuasucabí	205
- Cuchilla del Palmar	375
- Gualcalá	375
- Magüí	799
- Milagroso Cuaiquer Viejo	1.768
- Nulpe Medio y Alto	2.621
- Palmar Imbí Medio.	327
- Pialapí Pueblo Viejo	1.175
- Ramos Mongón	262
- Vegas Chaguí Chimbuza	637
<b>TOTAL</b>	<b>8.672</b>

Fuente: Plan de Vida Awá 2002

## 5.6 DISTRIBUCIÓN DE LA TIERRA

El municipio de Ricaurte se caracteriza por ser minifundista, según datos del Agustín Codazzi, el 23.6% de los propietarios poseen predios de menos de una hectárea; el 43% poseen de 1 a 5 hectáreas y únicamente el 6.5% son propietarios de predios con una extensión superior a 20 hectáreas. Lo anterior indica que en el municipio el mayor porcentaje de la población posee pequeñas extensiones de tierra, cuya explotación es de subsistencia, generando escasos excedentes de producción para la venta.<sup>14</sup>

**Cuadro 9. Distribución de la tierra**

<b>EXTENSIÓN (Has)</b>	<b>NÚMERO DE PREDIOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Menos de 1	706	23.65
1 - 5	1.306	43.75
6 – 20	776	25.99
21 – 50	153	5.13
> 50	44	1.48
<b>TOTAL</b>	<b>2.985</b>	<b>100%</b>

Fuente: IGAC

La economía del municipio se fundamenta en el sector primario y en menor proporción en los sectores secundario y terciario.

## 5.7 SECTOR PRIMARIO

### 5.7.1 Subsector agrícola

Según el consolidado agropecuario 2002, los principales cultivos plantados en el municipio de Ricaurte son la caña de azúcar, el maíz, el frijol, el plátano y en menor proporción los cítricos.

---

<sup>14</sup> Ibíd., p. 53

### Cuadro 10. Producción agrícola en el municipio de Ricaurte

Producto	Total Has	Producción. Toneladas
Caña azúcar	777	2.650
Plátano	95	288
Cítricos	15	17
Frijol voluble	82	65.6
Maíz Semestral	270	229.5

Fuente: Secretaria de agricultura. Consolidado Agropecuario 2002

- **Caña.** Este cultivo es el más representativo en la economía del municipio, ocupa un lugar significativo en el departamento en cuanto a área sembrada, sin embargo los rendimientos son bajos debido a las características del suelo.
- **Maíz:** Este cultivo junto con el frijol, son tradicionales de la zona indígena del municipio, Su manejo es poco tecnificado, en su gran mayoría la producción se destina para el autoconsumo y en un bajo porcentaje su comercialización.
- **Plátano:** Este cultivo no es relevante para los productores, se siembra en forma intercalada con caña, tetera, frutales y en una mínima cantidad en forma independiente, su producción se destina mayoritariamente para el consumo familiar y local.
- **Tetera:** Se constituye en un tipo de producción familiar a cargo principalmente de la mujer, que alterna con sus labores de casa y su comercialización es de carácter local. La tetera es la materia prima para la elaboración de sombreros y artesanías.

En el Municipio el sector agrícola es de tipo minifundista, con incorporación de mano de obra familiar y bajo uso de tecnología, lo cual incide en la baja productividad y una limitada producción de excedentes para el mercado.

En los últimos años se ha incrementado los cultivos ilícitos en algunas zonas rurales reemplazando los cultivos tradicionales, especialmente la caña panelera.”<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Ibíd., p. 41.

### 5.7.2 Subsector pecuario

**Cuadro 11. Producción pecuaria en el municipio de Ricaurte**

<b>BOVINO</b>	<b>PORCINO</b>	<b>AVÍCOLA</b>
1.750	2500	105.000

Fuente: Secretaría de Agricultura Departamental Consolidado Agropecuario 2002

“La ganadería es una actividad que poco a poco ha tomado importancia para la economía de los habitantes del Municipio, según información del consolidado agropecuario departamental del año 2002, se registró un total de 300 vacas de ordeño que producen en promedio 5 litros/vaca/día para un total diario de 1.500 litros, lo que representa un aporte del 0.25% a la producción departamental.

La producción porcina y avícola como gallinas y pollos de engorde, se realiza sin tecnificación, respondiendo más a un complemento de los ingresos familiares que a una actividad económica.

### 5.7.2 Subsector acuícola

En el Municipio no se cuenta con datos estadísticos sobre producción y comercialización, la única información existente es la que existe en la Secretaría de Agricultura Departamental – consolidado agropecuario 2002, sin embargo parece ser que no corresponde a la realidad del Municipio. La explotación acuícola constituye una gran oportunidad para el municipio, dado su gran potencial hídrico.”<sup>16</sup>

## 5.8 TECNOLOGÍA EXISTENTE

La explotación de la tierra para uso agrícola se hace sin técnica y en consecuencia su rendimiento productivo es bajo, generando problemas de erosión, otro factor que contribuye a este problema es la no rotación de cultivos.

El Municipio no cuenta con tecnología adecuada para las labores productivas agrícolas, esta se realiza utilizando mano de obra familiar debido principalmente al predominio del minifundio. A esto se suma la falta de una verdadera política nacional de fomento al campo a través de programas de crédito, transferencia tecnológica y apoyo en la comercialización.

---

<sup>16</sup> *Ibíd.*, p. 41

## **5.9 MERCADEO**

En términos generales la comercialización de productos agrícolas del Municipio se hace a nivel local, poblaciones y municipios vecinos como Barbacoas, Tumaco, Piedrancha y Túquerres.

Una de las principales amenazas para garantizar la comercialización es la deficiente infraestructura vial, principalmente en el sector indígena, lo que dificulta el aumento de volúmenes de producción y la asistencia técnica. Culturalmente e históricamente los indígenas Awá han sido recolectores, cazadores y productores para el autoconsumo, los excedentes de su producción como el chiro y la yuca, así como las especies menores, le sirven al indígena para el intercambio comercial con otros productos de primera necesidad.

## **5.10 SECTOR SECUNDARIO**

### **5.10.1 Artesanías**

Es un sector de la economía del municipio que se encuentra en proceso de conformación y consolidación, sin embargo es importante rescatar el esfuerzo de las microempresas artesanales que trabajan con grupos organizados especialmente en las veredas de San Isidro y Cartagena. La producción de artesanías se constituye en un potencial susceptible de ser aprovechado en mercados nacionales e internacionales.

Se destaca al grupo manos creativas, quienes en forma organizada vienen trabajando desde hace mucho tiempo, para incrementar su producción y ampliar la comercialización de sus productos hacia nuevos mercados.

### **5.10.2 Agroindustrialización de la caña**

El proceso de transformación de la caña de azúcar en panela en su gran mayoría es incipiente y artesanal, lo cual repercute en la productividad y competitividad del mismo, los trapiches existentes manejan una tecnología precaria e inadecuada infraestructura, a esto se suma la falta de control de calidad del producto y la carencia de estrategias de mercadeo y comercialización que le permitan posicionar el producto en el mercado regional.

## 5.11 SUBSECTOR TERCIARIO

### 5.11.1 Comercio y servicios

En el municipio se presenta un crecimiento considerable de este sector, principalmente en el casco urbano donde se concentra la mayoría de los negocios que suministran bienes y servicios a la población del sector urbano y rural. Los negocios más representativos son: tiendas, restaurantes, residencias, talleres, venta de licores, salones de belleza, billares, sastrerías, almacenes de ropa y variedades, entre otros. (Ver cuadro 12)

Esta actividad no genera empleos adicionales, ya que en su mayoría son atendidos directamente por la familia, sin embargo se constituyen en una fuente de ingresos para algunos habitantes del casco urbano.

**Cuadro 12. Relación de establecimientos comerciales**

ESTABLECIMIENTO	NÚMERO
Restaurantes	7
Residencias	5
Tiendas y graneros	15
Panaderías	3
Almacenes	7
Variedades	3
Estación servicio (2 Chambú y 1 en Cartagena).	3
Nintendos	3
Venta productos agrícolas	5
Discotecas	1
Billares	1
Venta de licores	4
Ferretería	
Droguerías	3
Peluquería	4
Vidrios y marquetería	2
Venta de carnes	4
Ebanistería	1
Joyería	1
Cacharrería	1
Centro repuestos	1
Casa fotográfica	1

Fuente: Oficina de Recaudo- Alcaldía Municipal

## 5.12 ASEO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

En el casco urbano el servicio de aseo y recolección de basuras lo realiza la Alcaldía con la volqueta del municipio mediante cuatro recorridos semanales.

Según información de la oficina de Saneamiento Ambiental del Municipio, se estima que el 80% de las basuras en la cabecera municipal son de tipo orgánico, pero hasta la fecha no se ha realizado ningún tipo de capacitación a la comunidad en lo que respecta a la separación de residuos orgánicos e inorgánicos en la fuente para su posterior reciclaje.

Tanto la recolección como el tratamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos pueden generar fuentes de empleo a nivel local; los primeros son susceptibles de manejarse para el cultivo de lombrices o lombricultura, fabricación de abonos, etc., y los inorgánicos como el papel, el cartón, el vidrio, el plásticos, etc., se pueden reciclar, actividades que se potenciarían mediante la conformación de microempresas como viene haciendo en otros municipios de Colombia.

Se identificó que actualmente no existe un sistema adecuado para la disposición final de basuras, lo que origina focos de contaminación ambiental en el aire, la tierra y el agua, principalmente en el río Güiza donde son arrojadas las basuras del casco urbano.

En la zona rural la disposición final de las basuras se realiza generalmente a campo abierto sin ningún tipo de tratamiento o cuidado, ocasionando graves problemas de contaminación para el medio ambiente y la salud de sus habitantes.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Ibíd.,p. 55

## **6. ESTUDIO DE MERCADO**

El estudio de mercado busca probar que existe un número suficiente de consumidores que cumplen con los requisitos para constituir una demanda que justifique la producción de un bien en un periodo de tiempo determinado.<sup>1</sup>

Mediante este estudio se pretende identificar el flujo de oferta y demanda de abonos orgánicos en los cinco municipios de mayor producción de papa en Nariño, con el fin de identificar cuál es su posición en el mercado y el grado de aceptación de nuevas presentaciones como el fertilizante líquido.

Dada esta finalidad, el estudio de mercado comprende el análisis de tres parámetros fundamentales como son: el producto, el consumidor y el mercado. La demanda relaciona la existencia de la necesidad del producto que se pretende fabricar, aporta además un primer elemento para el estudio técnico en lo relativo a la capacidad de producción (tamaño) condicionado también, con la capacidad financiera y administrativa de la empresa.

Por medio del análisis de la oferta (competencia), se puede clarificar la cantidad de producto que participará en el mercado, ya que los oferentes no pueden estar participando con la demanda total del producto.

Es también importante dentro de este capítulo, establecer los canales de comercialización, los cuales indicarán las formas específicas de elementos intermedios (intermediarios) que harán que el producto llegue hasta los demandantes o consumidores finales.

### **6.1 DETERMINACIÓN DEL MERCADO**

En la determinación del mercado se tomó en primer lugar los municipios de Ricaurte y Mallama área de influencia directa del proyecto, para la comercialización de los productos objeto de este estudio, que serían utilizados en la fertilización de la caña panelera principal cultivo de esta región.

De esta manera en los municipios de Ricaurte y Mallama, según el consolidado agropecuario de Nariño existen 1277 hectáreas sembradas de caña panelera (Ver

---

<sup>1</sup> CONTRERAS. B, Marco E, Formulación y evaluación de proyectos, Santa Fe de Bogotá D.C. 1999. p. 95

cuadro 13). Las cuales se tomaron como referencia para el sondeo de mercado en realizado en la zona.

### **Cuadro 13. Hectáreas sembradas de Caña Panelera en el área de influencia del proyecto**

<b>MUNICIPIO</b>	<b>ÁREA SEMBRADA (Has)</b>
MALLAMA	468
RICAUARTE	809
<b>TOTAL</b>	<b>1277</b>

Fuente: Consolidado Agropecuario de Nariño 2005

En el sondeo de mercado se determinó una demanda nula debido a que por tradición cultural y baja rentabilidad de este cultivo, no se emplea ningún tipo de fertilización, donde el productor argumenta las siguientes razones para no hacerlo: En primer lugar los altos costos de los abonos, lo que vuelve insostenible económicamente esta labor agrícola, pues la tenencia de la tierra en esta zona es de carácter micro y minifundista, además por las características topográficas y climatológicas de la región la fertilización no trae resultados favorables ya que son arrastrados por la lluvia después de su aplicación en la superficie montañosa de la zona.

Al no encontrar demanda para los productos en el área de influencia del proyecto se recurre al mercado regional el cual se desarrolla a continuación.

## **6.2 METODOLOGÍA**

### **6.2.1 Tipo de investigación.**

El tipo de investigación para este estudio es de carácter analítico interpretativo, ya que cuantifica, analiza y da una conclusión de los diferentes datos recolectados.

De esta manera se mencionan las herramientas metodológicas utilizadas:

- Selección del instrumento de medición que debe ser válido y confiable
- Aplicación del instrumento de medición más apropiado
- Codificación de los datos obtenidos
- Análisis de resultados obtenidos

La proyección de la generación de residuos sólidos se hace a partir de la población beneficiaria del servicio de recolección de los mismos, en la zona rural y

urbana del municipio; donde se puede ver el aumento progresivo de recursos disponibles para la producción de abonos orgánicos.

Para la proyección se utilizaron datos basados en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Ricaurte. Se aplicó el método de crecimiento geométrico por medio de la siguiente fórmula. (Ver cuadro 14)

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = Población Futuro

Po = Población Inicial

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Número de años proyectados

**Cuadro 14. Cantidad proyectada de residuos sólidos en el Municipio de Ricaurte**

AÑO	POBLACIÓN BENEFICIARIA	PPC (Kg./hab.-día)	RECOLECCIÓN (92%)	TON/AÑO
2007	1905	0,807	1414,35	516,24
2008	1934	0,815	1449,92	529,22
2009	1963	0,823	1486,38	542,53
2010	1992	0,831	1523,77	556,17
2011	2022	0,840	1562,09	570,16

Tasa de crecimiento poblacional 1.5% - Índice aplicado al PPC 1% anual

Fuente: Proyecciones esta investigación. Tomado del diagnóstico del PGIRS del municipio de Ricaurte

### 6.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

Según Bruzón, 1996 y Téllez, sf, citado por Gómez (2000). Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Los abonos orgánicos pueden ser residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos verdes (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> GÓMEZ, Op. Cit., p. 92

El fertilizante orgánico se define como un recurso orgánico capaz de proporcionar cantidades notables de nutrientes esenciales, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, al suelo o a las plantas.

Según la Norma Técnica Colombiana (NTC 1927) define los abonos orgánicos como: producto que aplicado al suelo o a las plantas, suministra a estas uno o más nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo.<sup>3</sup>

### **6.3.1 Abono orgánico sólido (compost):**

Según la Norma Técnica Colombiana NTC 1927 define el abono orgánico como “material orgánico de origen vegetal y/o animal estabilizado y manejado de manera ambientalmente limpia, tanto en su procesamiento como en el transporte que es agregado al suelo principalmente para la nutrición de las plantas”<sup>4</sup>

Además el compost se define como el producto obtenido de la descomposición biológica (fermentación) de un conjunto de residuos orgánicos, el cual es producido en condiciones controladas para lo cual intervienen numerosos y variados microorganismos tales como bacterias, hongos y actinomicetos ampliamente distribuidos en la naturaleza.

#### **6.3.1.1 Características del producto:**

Los abonos orgánicos sólidos tienen unas propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este.

- Aumenta la capacidad de absorción de nutrientes.
- Mejora las propiedades físicas del suelo
- Mejoran la permeabilidad del suelo (aireación y drenaje).
- Disminuye la erosión del suelo.
- Aumentan la retención de agua en el suelo.
- Aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH.

---

<sup>3</sup> ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 1927, Fertilizantes y acondicionadores de suelo. Definiciones, clasificación y fuentes de materias primas, Editado por ICONTEC, Bogotá D.C., 2001. p 88

<sup>4</sup> Ibíd., p. 88

- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Incrementa la actividad microbiana que permite transformar la materia orgánica

### **6.3.1.2 Empaque:**

El abono orgánico sólido **FERTINAR**, será empacado en bolsa plástica y empaque de polipropileno, facilitando el proceso de almacenamiento, transporte y comercialización. El empaque de polipropileno facilita el manejo en la impresión de la ficha técnica. La cual contiene los siguientes datos de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 40. (Ver anexo A)

1. “Logotipo de la compañía (puede cambiarse su ubicación a la parte inferior en la cual se incluye la dirección y teléfonos), el cual deberá ocupar máximo el 10% del área total.
2. Nombre o marca comercial del producto, cuyo tamaño no debe ser mayor del 20%.
3. Clase de producto de acuerdo con lo establecido en la NTC 1927.
4. Indicación del tipo de formulación de acuerdo con la NTC correspondiente.
5. Ámbito de uso.
6. Composición garantizada de nutrientes y otras sustancias, expresada en porcentaje en masa para sólidos, de acuerdo con el siguiente orden:
  - Nitrógeno
  - Fósforo
  - Potasio
  - Calcio
  - Magnesio
  - Azufre y demás micronutrientes”<sup>5</sup>

### **6.3.2 Fertilizante orgánico líquido:**

Según la Norma Técnica Colombiana NTC 5167, el fertilizante orgánico mineral líquido se define como” un producto líquido obtenido por adición de agua a un

---

<sup>5</sup> ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 40, Fertilizantes y acondicionadores de Suelos. Etiquetado, Editado por ICONTEC, Bogotá D.C., 2003

abono orgánico, orgánico mineral sólido o mezcla de los anteriores, con posterior extracción al que puede o no añadirse un fertilizante mineral y que cumple con los parámetros que se indican en esta norma”.<sup>6</sup>

### **6.3.2.1 Características del producto:**

Las principales características de este fertilizante se mencionan a continuación.

- Mejora y conserva las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- Incrementa el nivel de sanidad y productividad de los cultivos.
- Posee excelentes propiedades como revitalizante de plantas
- Recuperador de suelos desgastados
- Fijación de nitrógeno atmosférico
- Mejora la absorción de nutrientes por las plantas
- Incremento de la resistencia de las plantas al estrés hídrico y a la salinidad

### **6.3.2.2 Empaque**

El fertilizante orgánico líquido **FERTINAR**, será empackado en envases plásticos de polietileno de alto peso molecular con capacidad de 1Lt. Las etiquetas para los envases o empaques que contengan fertilizantes y acondicionadores de suelos, de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 40 deben cumplir con los siguientes requisitos: (Ver anexo B)

1. “Logotipo de la compañía (puede cambiarse su ubicación a la parte inferior en la cual se incluye la dirección y teléfonos), el cual deberá ocupar máximo el 10% del área total.
2. Nombre o marca comercial del producto, cuyo tamaño no debe ser mayor del 20%.
3. Clase de producto de acuerdo con lo establecido en la NTC 1927.
4. Indicación del tipo de formulación de acuerdo con la NTC correspondiente.
5. Ámbito de uso: “Uso agrícola”, “Uso en jardinería”.

---

<sup>6</sup> ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 5167 Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas del suelo. Editado por ICONTEC, Bogotá D.C., 2004

6. Composición garantizada de nutrientes y otras sustancias, expresado peso/volumen como (gr/l) para líquidos, de acuerdo con el siguiente orden:

- Nitrógeno
- Fósforo
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- Azufre y demás micronutrientes”<sup>7</sup>

#### **6.4 DETERMINACIÓN DE LA OFERTA.**

Para la determinación de la oferta y la demanda se tomó los principales municipios productores de papa, y según el Consolidado Agropecuario de Nariño son: Pasto, Ipiales, Túquerres, Potosí y Pupiales, y que para efectos de este proyecto se denominará área de estudio.

De acuerdo a la base de datos de la Cámara de comercio de Pasto e Ipiales y registros del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el área de estudio existen cinco empresas productoras de abonos orgánicos legalmente constituidas y distribuidas de la siguiente manera: 4 en la ciudad de Pasto y una en el Municipio de Pupiales (ver cuadro 15); además se encuentran registrados 57 establecimientos comercializadores de abonos orgánicos distribuidos así, Pasto 25, Ipiales 17, Pupiales 4 y 11 en Túquerres (ver cuadro16 ).

#### **Cuadro 15. Empresas productoras de abonos orgánicos en el área de estudio.**

<b>NOMBRE</b>	<b>LUGAR</b>
Fertiorgánicos Galeras (FOGA)	Pasto
Agro Orgánicos Andinos Ltda.	Pasto
Asociación de procesadores de residuos orgánicos de cabrera (APROBORCA)	Pasto
Industrias Zambrano (INZA)	Pasto
EMPSERP (Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos la Concordia)	Pupiales

Fuente: Esta Investigación

En el cuadro 16 se puede ver los diferentes almacenes distribuidores de abonos orgánicos y su ubicación dentro del área de estudio, lo cual permite analizar que estos almacenes además de comercializar abonos orgánicos de las empresas

---

<sup>7</sup> Ibíd., p. 8 y 9

productoras de Nariño, también distribuyen otras marcas que llegan de diferentes partes de país.

**Cuadro 16. Almacenes distribuidores de abonos orgánicos en el área de estudio.**

<b>NOMBRE</b>	<b>LUGAR</b>
AGROGANADERO	Pasto
ABONAR	Pasto
AGRÍCOLA SAN FRANCISCO	Pasto
AGRÍCOLA SAN JORGE	Pasto
AGRÍCOLA SAN JOSE	Pasto
AGRÍCOLA SAN JUAN	Pasto
AGRONEGOCIOS Y SERVICIOS LTDA.	Pasto
AGROPECUARIA EL PROGRESO	Pasto
AGRÍCOLA SAN CARLOS	Pasto
DIAGROVET DE COLOMBIA	Pasto
FEDEPAPA	Pasto
FERTICAMPO	Pasto
IVANAGRO	Pasto
LA CASA DEL GRANJERO	Pasto
CENTRO AGRÍCOLA VALLE DE ATRIZ	Pasto
AGRÍCOLA GALERAS DE NARIÑO	Pasto
AGRÍCOLA LAS LUNAS	Pasto
AGROPECUARIA LA LUNA	Pasto
FERTIAGRO	Pasto
LA COSECHA LIMITADA	Pasto
PUNTO AGROPECUARIO LAS VIOLETAS	Pasto
SERVICAMPO	Pasto
AGRICOLAS SAN PEDRO	Pasto
AGRO ABONOS	Pasto
AGROANDINA	Pasto
AGROPECUARIA LA HACIENDA	Túquerres
AGRICOLA LA AVENIDA	Túquerres
AGROSUR	Túquerres
ALMACEN AGRARIO TUQUERRES	Túquerres
FERTIL AGRO	Túquerres
SERVI AGRO	Túquerres
AGRENSE PUNTO DE VENTA	Túquerres
SURTIABONOS	Túquerres
AGROGRANJA	Túquerres
AGROTUQUERRES	Túquerres
ALMACEN AGROPECUARIO EL VAQUERO	Túquerres
COMERCIALIZADORA VILLAMIL	Ipiales
AGRYTEC	Ipiales
EL SEMBRADOR	Ipiales

AGROORGANICOS DEL SUR	Ipiales
C.I. ABRIENDO CAMPO LTDA	Ipiales
AGRÍCOLA EL RENDIDOR	Ipiales
JC COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS	Ipiales
AGRÍCOLAS VETERCAN	Ipiales
GANADERO DE LA 13	Ipiales
COMERCIALIZADORA DEL SUR	Ipiales
DERIVADOS DEL CAMPO	Ipiales
AGRÍCOLA SAN ISIDRO	Ipiales
LUIS FELIPE IMBACUAN	Ipiales
INSUAGRO	Ipiales
ALMACEN AGROCENTRO	Ipiales
FEDEASUR – ALMACEN	Ipiales
AGROPECUARIA LA HACIENDA	Ipiales
AGRÍCOLA EL ROMERAL	Pupiales
INSUVET INSUMOS VETERINARIOS	Pupiales
TECNIAGRO	Pupiales
LA COSECHA LTDA. AGENCIA PUPIALES	Pupiales

Fuente: Esta Investigación

## 6.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA

Cuando se analiza la oferta se hace referencia a la identificación y estudio de los competidores contribuyendo al conocimiento del mercado y al desarrollo de las estrategias que permitan el aprovechamiento de las oportunidades brindadas por el entorno mejorando la competitividad, también permite determinar las cantidades ofrecidas al mercado por los competidores. Con base a la información obtenida se ha logrado identificar los principales proveedores u oferentes de abonos orgánicos dentro del área de estudio, siendo los agropuntos donde la gran mayoría de personas dedicadas a actividades agrícolas acuden a proveerse de estos insumos. El volumen de la oferta es obtenida con base en información recolectada mediante fuentes primarias, para lo cual se aplicó las encuestas (ver anexos C y D) a los diferentes almacenes dedicados a la comercialización de insumos agrícolas y a las empresas productoras de abonos orgánicos en el área de estudio. (Ver cuadro 17).

**Cuadro 17. Cuantificación de la oferta de abonos orgánicos en empresas productoras y almacenes comercializadores, del área de estudio.**

Nombre de la Empresa	Producción/mes (Bultos 50kg.)	Producción/año (Toneladas)
Fertiorgánicos Galeras (FOGA)	7083	4250
Agro Orgánicos Andinos Ltda.	317	190
Asociación de procesadores de residuos orgánicos de cabrera (APROBORCA)	2000	1200
Industrias Zambrano (INZA)	20417	12250

EMP SERP (Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos la Concordia)	260	156
Almacenes Agropecuarios comercializadores de otras marcas de abonos orgánicos	7283	4370
<b>TOTAL</b>	<b>37.360</b>	<b>22.416</b>

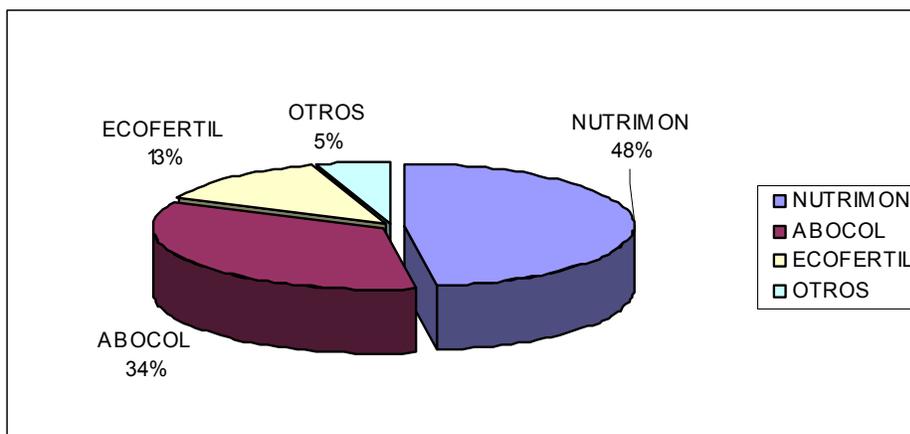
Fuente: Esta Investigación

Además para el análisis de la oferta se debe tener en cuenta los productos que se pueden catalogar como productos sustitutos y/o complementarios, como son los fertilizantes químicos, que se distribuyen en los almacenes agropecuarios del área de estudio y que se utilizan para el cultivo de la papa, producto objeto de este estudio.

De acuerdo a la encuesta hecha a los comercializadores de abonos, se encontró que la totalidad de los almacenes visitados comercializan abonos orgánicos y químicos de las diferentes marcas, para lo cual en la determinación de la oferta de fertilizantes químicos se tomó a los distribuidores mayoristas de las marcas más reconocidas en el área de estudio.

La figura 3 muestra que las principales marcas de fertilizantes químicos comercializadas son: Nutrimón con el 48%, Abocol con el 34%, Ecofértil con el 13% y otros entre los cuales se puede mencionar Hidro, Yara y Fertiza con un 5%.

**Figura 3. Oferta de las principales marcas de fertilizantes químicos en el área de estudio.**



Además de las marcas de fertilizantes químicos comercializadas, las fórmulas más representativas en ventas y orden respectivo se relacionan en el cuadro 18, donde se mira que la mayor preferencia la tienen las fórmulas de 15-15-15, 13-26-6, 10-30-10, 10-20-20, 12-24-12. Fórmula que hace referencia al contenido de NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente).

**Cuadro 18. Principales fórmulas de fertilizantes químicos comercializados en el área de estudio.**

<b>FORMULA (NPK*)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
15-15-15	30
13-26-6	27
10-30-10	18
10-20-20	17
12-24-12	8

\* Contenido de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (P)

Fuente: Esta Investigación

Con respecto a abonos orgánicos que son de interés en este estudio, se toma para el análisis las dos principales presentaciones que se encuentran en el mercado como son abonos orgánicos sólidos y fertilizantes orgánicos líquidos. En cuanto a los abonos orgánicos sólidos y de acuerdo a la encuesta realizada a productores y comercializadores en el área de estudio, se calcula la oferta actual teniendo en cuenta las empresas productoras (ver cuadro 19) y los almacenes comercializadores de otras marcas (ver cuadro 20), con sus respectivas cantidades de abono comercializado en bultos al mes y calculado a toneladas por año.

A continuación el cuadro 19 muestra la oferta de abonos orgánicos sólidos hecha por empresas productoras en el área de estudio.

**Cuadro 19. Oferta de abonos orgánicos sólidos por las empresas productoras del área de estudio.**

<b>EMPRESA PRODUCTORA</b>	<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD (B / MES)</b>	<b>TON / AÑO</b>
FOGA	FERTIORGANICO	4667	2800
	FOGA FOS	917	550
	FERTI 7	833	500
	SAN JUAN	667	400
APROBORCA	HUMUS	800	480
	COMPOST	700	420
	FERTIORGANICO	500	300
INZA	GALLINAZA INZA	9750	5850
	ORGÁNICO INZA	5367	3220
	INZA FOS	3800	2280
	6-6-6-10	1500	900
EMSERP PUPIALES	COMPOST	260	156
AGRO ORGÁNICOS ANDINOS	LOMBRICOMPOST		
	AGROANDINO	100	60

	AGROANDINOS YUNTA	217	130
<b>TOTAL</b>		<b>30077</b>	<b>18046</b>

Fuente: Esta Investigación

En el cuadro 20 se encuentran las principales marcas de abonos orgánicos sólidos comercializadas por los almacenes agropecuarios encuestados y que corresponde a abonos que se comercializan de otras partes de la región y del país.

**Cuadro 20. Oferta de abonos orgánicos sólidos por las empresas comercializadoras del área de estudio.**

MARCA	CANT (B)/MES	TON / AÑO
ABINGRA	1480	888
BIOABONO EL CEDRO	900	540
EL SOL FULVAN	953	571,8
FOR	1300	780
HUMUS SAN RAFAEL	650	390
LOMBRICOMPUESTO	840	504
CAMPO VERDE	820	492
KIMEL	340	204
<b>TOTAL</b>	<b>7283</b>	<b>4370</b>

Fuente: Esta Investigación.

De acuerdo a la encuesta realizada a productores y comercializadores, los precios de venta que se están manejando actualmente se presentan a continuación en el cuadro 21, los cuales servirán de referencia para determinar el precio de venta con el cual pueden llegar al mercado los productos **FERTINAR**.

**Cuadro 21. Precios de venta de las diferentes marcas de abonos orgánicos en el área de estudio.**

PRODUCTO	PRECIO PROM. / BULTO (50Kg) (\$)
FERTIORGANICO	11.000
FOGA FOS	9.500
FERTI 7	21.500
SAN JUAN	23.000
HUMUS	9.000
COMPOST	8.000
FERTIORGANICO	12.000
GALLINAZA INZA	8.500
ORGÁNICO INZA	11.500
INZA FOS	10.500
6-6-6-10	18.000

COMPOST	7.000
LOMBRICOMPOST AGROANDINO	18.000
AGROANDINOS YUNTA	15.000
ABINGA	16.000
BIOABONO EL CEDRO	17.000
EL SOL FULVAN	20.000
FOR	21.000
HUMUS SAN RAFAEL	40.000
LOMBRICOMPUESTO	18.000
CAMPO VERDE	20.000
KIMEL	36.000

Fuente: Esta Investigación

Para los fertilizantes orgánicos líquidos de acuerdo a la encuesta aplicada, se puede realizar el siguiente análisis.

De acuerdo a la información suministrada por productores y comercializadores en el área de estudio, se calcula la oferta actual teniendo en cuenta las empresas productoras y almacenes comercializadores de otras marcas (ver cuadro 22). Los comercializadores y productores se analizan en conjunto puesto que en el área de estudio únicamente existe una empresa que produce este tipo de fertilizantes; sus respectivas cantidades de fertilizante comercializado en litros al mes siendo esta la presentación que más prefiere el consumidor.

A continuación el cuadro 22 indica la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos y el precio de venta promedio de estos productos en el área de estudio.

**Cuadro 22. Oferta de fertilizantes orgánicos líquidos por las empresas comercializadoras y productoras en el área de estudio.**

MARCA DEL PRODUCTO	CANTIDAD LITROS/MES	PRECIO PROM. LITRO (\$)
CARBOVIT	140	15.300
HUMUS SAN RAFAEL	92	16.300
HUMITA 15	1216	14.200
GLOBAFOL	480	24.300
HUMUS ALFA	340	11.000
HUMITRON	30	8.500
SEPUHU AMIN	30	15.000
CRISTAL AMINO	100	27.000
CRISTAL HUMUS	100	12.000
BIOFERTIL	17	18.000
FORMADOR 2000	22	27.000
AGROANDINOS DESARROLLO	500	9.000

AGROANDINOS REABONO	400	8.000
AGROANDINOS MINGA 30	500	12.000
AGROANDINOS BOROMINK	400	16.000
AGROANDINOS VAQUERO	300	17.000
<b>TOTAL</b>	<b>4667</b>	

Fuente: Esta Investigación

## 6.6 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

### 6.6.1 Determinación del tamaño de la muestra.

Para la determinación del tamaño de la muestra se tuvo en cuenta el número de hectáreas dedicadas a la siembra de papa en el área de estudio, basados en información recopilada en el Consolidado Agropecuario de Nariño.

De las 15.380 hectáreas sembradas de papa existentes en el área de estudio, se hace necesario utilizar un muestreo aleatorio para determinar el número de encuestas totales y el número de encuestas que se deben aplicar en cada municipio, asegurando que este estudio tenga un error menor del 5% (ver cuadro 23).

Para este cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{S^2 * (N - 1) + Z^2 * (P * Q)}$$

Donde:

- n= Tamaño de la muestra
- N= Número de hectáreas sembradas
- Z= Variable nominal a 1.96, con una confianza del 95%
- P= Probabilidad de fracaso (50%)
- Q= Probabilidad de éxito (50%)
- S= Error estándar (5%)

Con la aplicación de esta fórmula se obtuvo como resultado la aplicación de 375 encuestas a agricultores productores de papa, pertenecientes a los municipios mencionados los cuales conforman el universo a muestrear.

El número de encuestas a realizar en cada municipio se determinó por la siguiente fórmula:

$$e = \frac{X_i}{\sum X_i} * n$$

Donde:

$e$ = Numero de encuestas por municipio.

$X_i$ = Número total de hectáreas de papa por municipio.

$\sum X_i$ = Número total de hectáreas del área de estudio.

**Cuadro 23. Número de encuestas a aplicar en cada municipio del área de estudio.**

MUNICIPIO	Nº HAS SEMBRADAS AÑO	Nº ENCUESTAS
IPIALES	3300	80
PASTO	5250	128
POTOSI	2200	54
PUPIALES	2100	51
TUQUERRES	2530	62
<b>TOTAL</b>	<b>15380</b>	<b>375</b>

Fuente: Esta Investigación

## 6.7 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El estudio de la demanda es de vital importancia dentro del desarrollo del proyecto, puesto que la información debe ir de lo general a lo específico hasta llegar a la determinación del nicho de mercado, de esta manera se obtienen una idea de las necesidades del consumidor en el momento de comprar.

Un análisis minucioso de la demanda, es importante para lograr el éxito de la empresa, debido a que se debe tener en cuenta aspectos muy importantes para la selección del producto o servicio teniendo en cuenta las necesidades, gustos y preferencias, determinando de esta manera mercados que ofrezcan las mejores oportunidades para la comercialización de los productos **FERTINAR**.

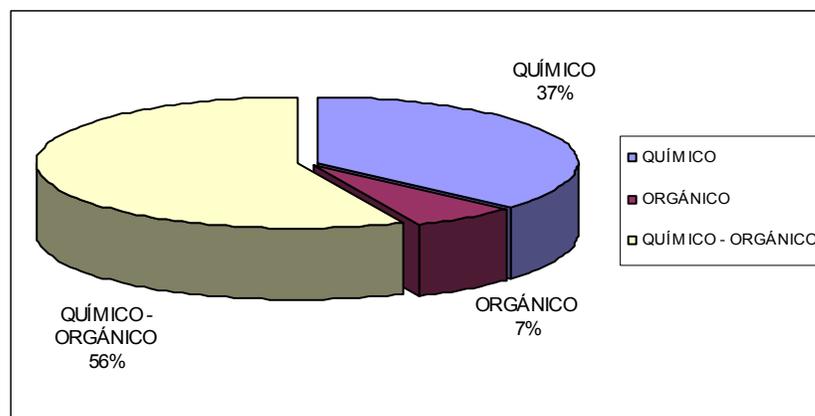
### 6.7.1 Características y comportamiento del consumidor.

La identificación y análisis del consumidor permite caracterizar y cuantificar la población que constituye los consumidores potenciales, para de esta manera determinar las estrategias de mercado y diferenciar el segmento de mercado; llegando a satisfacer las necesidades y preferencias de los consumidores.

Según la encuesta realizada a los consumidores (productores de papa), al ítem N° 1 de la encuesta (ver anexo E) se tiene que el 56% de los encuestados utiliza fertilizante químico en conjunto con abono orgánico para el cultivo de papa, el 37% utiliza solo fertilizante químico y únicamente el 7% utiliza solo abono orgánico para el cultivo (ver figura 4). Así se puede ver que un mayor porcentaje de los

encuestados está complementando la fertilización del cultivo entre fertilizante orgánico y químico, debido esto a la sensibilización del agricultor en la implementación de técnicas limpias de producción y al conocimiento de las ventajas que el abono orgánico le ofrece. Seguidamente se encuentra un alto porcentaje que utiliza solo fertilizantes químicos, atribuyendo esto al largo periodo de existencia en el mercado y sumado a la gran publicidad de las casas productoras de estos productos. Por ultimo se encuentra la utilización del abono netamente orgánico para el cultivo, dejando ver que si bien el porcentaje es bajo, existe una tendencia a la conservación del ambiente y del suelo agrícola.

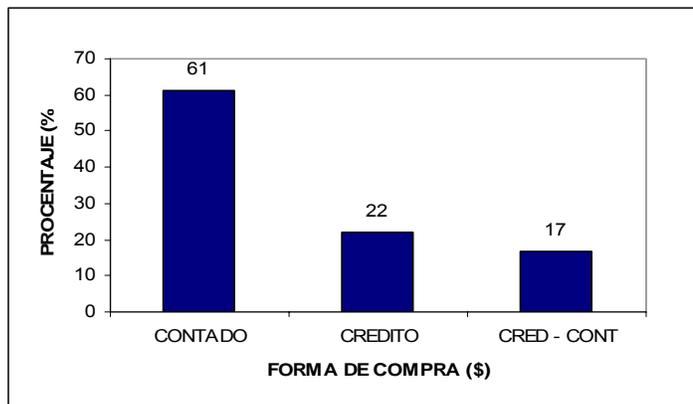
**Figura 4. Utilización de fertilizante para el cultivo de la papa en el área de estudio.**



Para el ítem N° 2 de la encuesta se encuentra que la forma de compra que más utilizan las personas encuestadas es de contado con el 61%, a crédito un 22% y un 17% utiliza las dos formas de compra, argumentando que la forma de compra depende de la tenencia de los recursos para dicha actividad (ver figura 5).

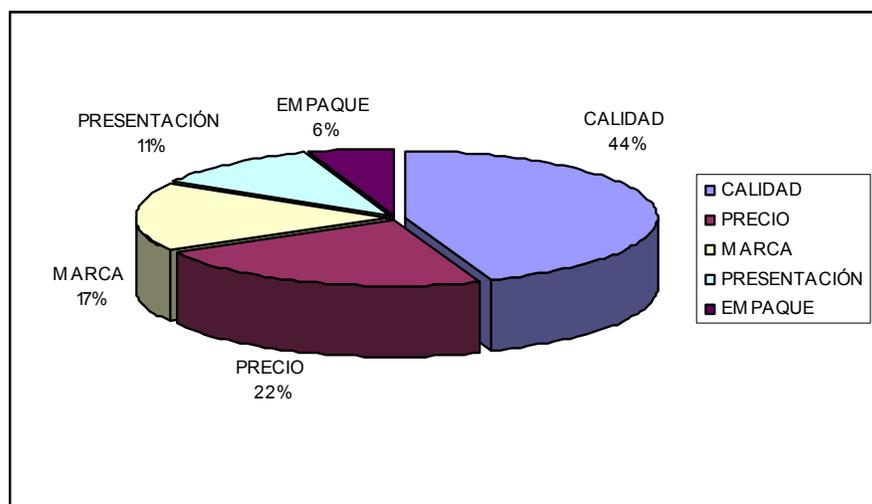
La determinación de la forma de compra de los fertilizantes permite definir estrategias para la comercialización de los productos ofrecidos por la empresa, teniendo en cuenta la preferencia de compra del consumidor.

**Figura 5. Forma de compra de fertilizantes para el cultivo de la papa en el área de estudio.**



Según los consumidores los principales criterios que tienen en cuenta para la compra de abonos orgánicos, son en su orden la calidad y el precio de los productos con un 44% y 22% respectivamente (ver figura 6) por los cuales los agricultores se deciden en el momento de la compra de abono orgánico. Factores que favorecen a la empresa y al agro debido a las dificultades que en el momento enfrenta el sector agrario, llevando a este a buscar alternativas que optimicen y maximicen los recursos tanto financieros como ambientales, que le garanticen buenos resultados, eficiencia y rendimiento de la producción.

**Figura 6. Criterios que considera el consumidor en el momento de comprar abono orgánico.**

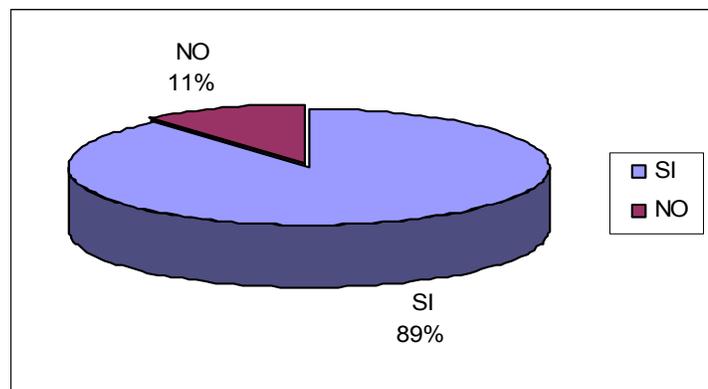


### 6.7.2 Cuantificación de la demanda

Para la cuantificación de esta se tiene en cuenta la encuesta realizada a consumidores en el área de estudio (ver anexo D) acerca de la forma actual de fertilización del suelo para el cultivo de papa, conocimiento de las ventajas de la utilización de abono orgánico y la intención de compra que los encuestado tienen para adquirir un fertilizante hecho a partir de residuos orgánicos domiciliarios. De esta manera se obtuvo el siguiente análisis.

En el área de estudio el 89% de los encuestados afirma conocer las ventajas de la utilización del fertilizante orgánico en el cultivo de papa, entre las cuales se tiene la recuperación del suelo y la producción limpia del producto, además se tiene que el 11% desconoce estas ventajas (ver figura 7).

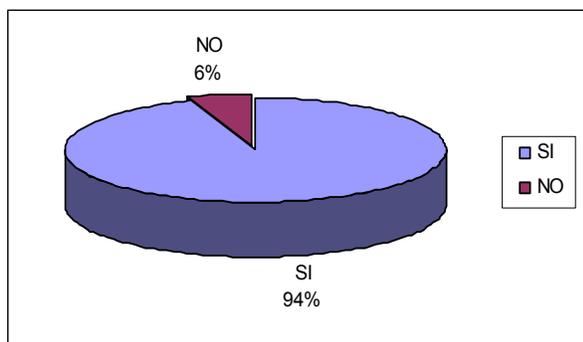
**Figura 7. Conocimiento de las ventajas de la utilización de abono orgánico en el área de estudio.**



Con la aplicación de la encuesta a consumidores se encuentra que el agricultor utiliza dos técnicas de fertilización la primera y de mayor tradición se hace con fertilizantes químicos conocida como fertilización artificial y la segunda es una fertilización biológica con el empleo de abonos orgánicos.

Planteada la opción de adquirir un abono orgánico hecho a partir de residuos orgánicos domiciliarios, se obtuvo que el 94% de la población encuestada esta dispuesta a adquirir este producto y un 6% respondió negativamente a esta pregunta, argumentando principalmente la proliferación de plagas que este genera en el cultivo debido al mal procesamiento del mismo (ver figura 8). Para determinar la cantidad demandada de los agricultores se tomó como base el 94% de los encuestados que manifestaron estar dispuestos a comprar fertilizante orgánico.

**Figura 8. Intención de compra de abono orgánico elaborado a partir de residuos sólidos domiciliarios.**



## 6.8 PROYECCIÓN DE LA OFERTA

### 6.8.1 Abono orgánico sólido:

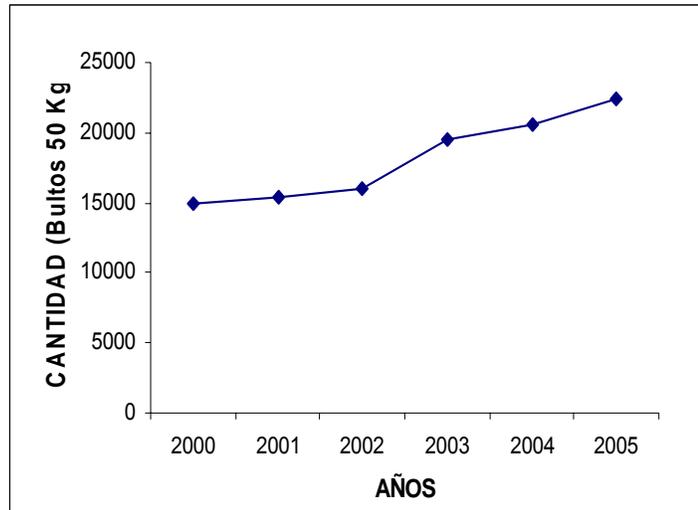
Para realizar la proyección de la oferta, se utilizó el método de regresión lineal, a partir de información primaria obtenida con ayuda de las empresas productoras de fertilizantes orgánicos sólidos y líquidos y almacenes agropecuarios distribuidores de estos productos en el área de estudio. (Ver cuadro 24)

**Cuadro 24. Comportamiento histórico de la oferta de abono orgánico sólido en el área de estudio**

AÑOS	CANTIDAD (BTS) / AÑO	CANTIDAD (TON) / AÑO
2000	298.000	14900
2001	309.120	15456
2002	320.520	16026
2003	390.160	19508
2004	412.600	20630
2005	448.320	22416

Fuente: Esta Investigación

**Figura 9. Diagrama de dispersión sobre comportamiento histórico de la oferta de abono orgánico sólido en el área de estudio**



De acuerdo a la figura 9 se observa un comportamiento lineal en la oferta, es decir los puntos se encuentran más o menos ajustados a una línea recta, de esta manera se procede a calcular la proyección de la oferta utilizando la siguiente fórmula:

$$Y = a + bX$$

Donde:

- Y = Proyección de la oferta
- a = Intercepto
- b = Angulo de la pendiente
- X = Tiempo en años

Los valores de a y b se obtienen mediante las siguientes fórmulas:

$$a = \frac{\sum x^2 * \sum y - \sum x * \sum xy}{n * \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n * \sum xy - \sum x * \sum y}{n * \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Donde:

- x = Tiempo en años
- y = Cantidad de toneladas (1000Kg)
- n = Número de años históricos disponibles.

La oferta proyectada a partir de los datos históricos para un periodo de 5 años, utilizando el método de regresión lineal se obtuvo los siguientes resultados (Ver cuadro 25), esto permite asegurar una producción constante de abono orgánico en la planta productora

**Cuadro 25. Proyección de la oferta de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio.**

<b>AÑOS</b>	<b>CANTIDAD (BTS) / AÑO</b>	<b>CANTIDAD (TON) / AÑO</b>
2007	517003	25850
2008	555134	27757
2009	583188	29159
2010	620165	31008
2011	655155	32758

Fuente: Esta Investigación

#### **6.8.2. Fertilizante orgánico líquido:**

En el cuadro 26 se puede observar el comportamiento histórico en la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos, información recolectada de acuerdo a la metodología mencionada con anterioridad, a partir de estos datos se proyectará la oferta mediante el método de regresión lineal.

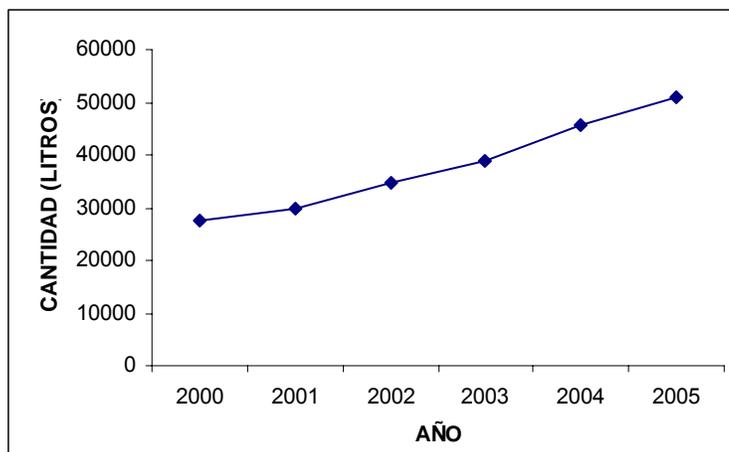
**Cuadro 26. Comportamiento histórico de la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio.**

<b>AÑO</b>	<b>CANTIDAD (LITROS/MES)</b>	<b>CANTIDAD (LITROS/AÑO)</b>
2000	2300	27600
2001	2500	30000
2002	2900	34800
2003	3250	39000
2004	3800	45600
2005	4250	51000

Fuente: Esta Investigación

La figura 10 muestra que el comportamiento de la demanda se asemeja a una línea recta, por lo cual se aplica el método de regresión lineal para la proyección de la misma.

**Figura 10. Diagrama de dispersión sobre comportamiento histórico de la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio**



De acuerdo a la información recolectada y tomando como base el comportamiento histórico de la oferta, la proyección para este producto se observa a continuación (ver cuadro 27).

**Cuadro 27. Proyección de la oferta de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio.**

AÑO	CANTIDAD (LITROS/MES)	CANTIDAD (LITROS/AÑO)
2007	5038	60453
2008	5476	65716
2009	5913	70955
2010	6312	75745
2011	6738	80857

Fuente: Esta Investigación.

## 6.9 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

### 6.9.1 Fertilizantes orgánicos sólidos:

Se realizó teniendo en cuenta tendencias históricas recogidas con información secundaria (Consolidados agropecuarios de Nariño). Para esta proyección se toma como parámetro la tendencia en el incremento en el área sembrada para el cultivo de papa en los cinco municipios de mayor cultivo de este producto en el departamento.

En este momento la demanda de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio está representada en aproximadamente 35.077 toneladas anuales, teniendo en cuenta que el agricultor de acuerdo a la encuesta realizada utiliza en promedio 20 bultos por hectárea de abono orgánico para la siembra y reabono del cultivo de papa, y debido a que este cultivo es semestral en el año el agricultor utiliza 40 bultos por hectárea, dato que se aplica para el calculo de la proyección de la demanda.

El cuadro 28 muestra el comportamiento en el tiempo que ha tenido la demanda de abonos orgánicos sólidos, debida al incremento en el área cultivada.

**Cuadro 28. Comportamiento histórico de la demanda de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio**

AÑO	Ha SEMBRADAS	CONSUMO (B) AÑO	CONSUMO (TON) AÑO
2000	12280	491200	24560
2001	12290	491600	24580
2002	13700	548000	27400
2003	15020	600800	30040
2004	15380	615200	30760
2005	16413	656520	32826

Fuente: Esta Investigación

Al igual que en la proyección de la oferta se utilizó el método de regresión lineal, para la proyección de la demanda de abonos orgánicos sólidos.

La demanda proyectada a partir de datos históricos para un periodo de 5 años, utilizando el método de regresión lineal, se obtuvo los siguientes resultados (Ver cuadro 29)

**Cuadro 29. Proyección de la demanda de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio.**

AÑO	Ha SEMBRADAS	CONSUMO (B/AÑO)	CONSUMO (TON/AÑO)
2007	18.331	733.249	36662
2008	19.171	766.831	38342
2009	20.217	808.664	40433
2010	21.106	844.235	42212
2011	21.979	879.147	43957

Fuente: Esta Investigación

### 6.9.2 Fertilizantes orgánicos líquidos:

Para establecer la proyección de la demanda de fertilizantes orgánicos líquidos, se tiene en cuenta los mismos aspectos considerados anteriormente para abonos orgánicos sólidos.

En este momento la demanda de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio está representada aproximadamente en 105.230 litros/año, teniendo en cuenta que de acuerdo a consulta realizada a expertos, promotores de los almacenes donde se distribuye estos productos, en promedio se debe aplicar 2 a 3 litros por hectárea de cultivo de papa y que para efectos de cálculo en este estudio se toman 2.5 litros. Teniendo en cuenta que este cultivo es semestral, en el año el agricultor utiliza en promedio 5 litros por hectárea.

En el cuadro 30 se puede ver el comportamiento en el tiempo que ha tenido la demanda de fertilizantes orgánicos líquidos, debida al incremento en el área cultivada.

**Cuadro 30. Comportamiento histórico de la demanda de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio**

<b>AÑO</b>	<b>Ha SEMBRADAS</b>	<b>CONSUMO (LITROS/AÑO)</b>
2000	12280	73680
2001	12290	73740
2002	13700	82200
2003	15020	90120
2004	15380	92280
2005	16413	98478

Fuente: Esta Investigación.

Utilizando el método de regresión lineal, la demanda proyectada de fertilizantes orgánicos líquidos, determinada a partir de datos históricos para un periodo de 5 años, se puede observar en el cuadro 31

**Cuadro 31. Proyección de la demanda de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio.**

<b>AÑO</b>	<b>Ha SEMBRADAS</b>	<b>CONSUMO (LITROS/AÑO)</b>
2007	18331	109987
2008	19171	115025
2009	20217	121300

2010	21106	126635
2011	21979	131872

Fuente: Esta Investigación

## 6.10 CÁLCULO DE LA DEMANDA INSATISFECHA

Dentro de este estudio se hace necesario realizar el cálculo de la demanda potencial o insatisfecha, esto se hace por medio de métodos estadísticos, aplicados a los datos obtenidos en las encuestas realizadas, con el fin de adoptar estrategias acordes a las necesidades reales de la empresa y de los clientes potenciales existentes.

Con el cálculo de las proyecciones de la demanda y la oferta, se puede determinar la demanda potencial o insatisfecha para fertilizantes orgánicos sólidos y líquidos. La cual resulta de restar a la demanda actual el valor de la oferta actual (ver cuadros 32 y 33).

### Cuadro 32. Cálculo de la demanda insatisfecha de abonos orgánicos sólidos en el área de estudio.

AÑO	DEMANDA (Ton.)	OFERTA (Ton.)	DEMANDA INSATISFECHA (Toneladas)	BULTOS MES (Bulto 50Kg)	UNID. A PRODUCIR AÑO (Toneladas)	% DEMANDA INSATISFECHA CUBIERTA
2007	36662	25850	10812	64	38,5	0,36
2008	38342	27757	10585	66	39,4	0,37
2009	40433	29159	11274	67	40,4	0,36
2010	42212	31008	11204	69	41,5	0,37
2011	43957	32758	11200	71	42,5	0,38

Fuente: Esta Investigación.

Según los datos obtenidos basados en la recolección mensual de residuos sólidos en el municipio de Ricaurte, la planta cubrirá el 0.36% de la demanda insatisfecha, para el primer año.

**Cuadro 33. Cálculo de la demanda insatisfecha de fertilizantes orgánicos líquidos en el área de estudio.**

AÑO	DEMANDA (Litros)	OFERTA (Litros)	DEMANDA INSATISFECHA (Litros)	UNIDADES MES (Litros)	UNID. A PRODUCIR AÑO (Litros)	% DEMANDA INSATISFECHA CUBIERTA
2007	109987	60453	49534	1436	17229	34,8
2008	115025	65716	49309	1472	17662	35,8
2009	121300	70955	50344	1509	18106	36,0
2010	126635	75745	50890	1547	18561	36,5
2011	131872	80857	51015	1586	19028	37,3

Fuente: Esta Investigación

Para la producción de fertilizantes orgánicos líquidos se destinará el 7% de la producción total de abonos orgánicos sólidos, con el objetivo de generar un mayor valor agregado y teniendo en cuenta que por ser un producto nuevo que sale al mercado su comercialización se debe hacer de una manera paulatina hasta lograr un posicionamiento en el mismo.

### 6.11 DETERMINACIÓN DEL PRECIO

Para establecer el precio de los productos que se pretende comercializar, estos estarán sujetos al análisis de los costos de producción, que se presentan más adelante en el estudio financiero, además se tendrá en cuenta el entorno del mercado y los precios de la competencia, suministrados por los almacenes comercializadores expresado en los cuadros 21 y 22.

Con el objeto de alcanzar el posicionamiento de los productos en el mercado se inicia la comercialización de los productos a un precio bajo comparado con los encontrados en la competencia.

### 6.12 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

Para la comercialización de los productos los siguientes canales de distribución para llegar al consumidor final.

El primero se forma de tres eslabones conformado por *PRODUCTOR – MAYORISTA – CONSUMIDOR*, canal de mayor acceso y facilidad para el consumidor final, ya que por lo general a este último le es muy difícil acudir directamente a la planta de producción para adquirir el producto.

El otro canal de comercialización se compone únicamente de dos eslabones, estableciendo una relación directa entre *PRODUCTOR – CONSUMIDOR*.

### **6.13 ESTRATEGIAS DE VENTA**

La empresa buscará las estrategias mas adecuadas para presentar los productos en el mercado. Para este fin se realizarán campañas y promociones publicitarias, basadas en las principales características de los productos y en especial los beneficios que estos ofrecen. Dando a conocer las ventajas que trae la implementación de técnicas limpias de producción, como es la aplicación de fertilizantes orgánicos al suelo, sabiendo que esta práctica día a día toma mayor fuerza en el mundo, debida a las exigencias del consumidor en la adquisición de alimentos producidos orgánicamente.

Además se hará publicidad a través de afiches y volantes donde se promociona los usos y beneficios de los productos.

En término de ventas se utilizarán contratos a contado y a crédito, en el primero se harán descuentos especiales por la forma de pago y el segundo se maneja de acuerdo a la proporción de ventas.

## **7. ESTUDIO TÉCNICO**

Mediante este estudio se determina el tamaño ideal de la planta, identificación de la localización final apropiada y la selección del modelo tecnológico y administrativo más idóneo.

Además la selección del tamaño óptimo es básico para la identificación de inversiones y costos de operación, tomando como base el comportamiento futuro del mercado. La localización final del proyecto redonda sustancialmente sobre los costos de operación, costos de transporte y disponibilidad de materia prima e insumos, vías y medios de comunicación adecuados y aspectos legales.

Este estudio también se orienta a la definición de un proceso adecuado de producción que optimice la utilización de los recursos disponibles.

### **7.1 SELECCIÓN UBICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA PLANTA**

La ubicación de la planta para este proyecto se realizará con base en la planta actual de disposición de residuos sólidos del municipio de Ricaurte, la cual cuenta con los criterios tanto esenciales como deseables teniendo en cuenta aspectos relacionados con infraestructura, servicios, costos de transporte y comercialización, aspectos legales, ambientales entre otros. (Ver cuadro 34)

#### **7.1.1 Descripción de los criterios de selección.**

- Fácil consecución de insumos y materia prima: este criterio permite reducir costos financieros.
- Acceso a servicios públicos: para el óptimo desarrollo del proceso productivo en la planta.
- Entorno ambiental favorable: ideal para obtener la licencia ambiental.
- Buenas relaciones con la comunidad: es indispensable la aprobación de la misma para la ejecución del proyecto.
- Mano de obra calificada: no es necesario la contratación de personal altamente técnico, sino de trabajadores comprometidos con su labor.

- Normas de seguridad industrial y social: se evita riesgos y proporciona al trabajador buenas condiciones para el desarrollo de sus labores.
- Asistencia médica inmediata: esencial para el control de cualquier accidente laboral.
- Acceso de vehículos pesados: permite el transporte de materia prima en los carros recolectores y el transporte de insumos.
- Posibilidad de ampliación: se debe tener en cuenta de acuerdo a la disposición de materia prima y demanda del producto final.
- Sistemas de capacitación laboral: incentivos y estímulos que se dan a los trabajadores para su buen desempeño.
- Buen ambiente de trabajo: se necesita del apoyo de cada una de las partes que conforman la empresa.
- Políticas laborales: necesarias para generar garantías a los trabajadores proporcionándoles mayor estabilidad laboral.
- Bajos costos de terreno y construcción: permiten la ampliación de la empresa en el futuro.
- Costo y nivel de vida de la comunidad: mejora la calidad de vida de los habitantes de los alrededores, con la generación de empleo directo e indirecto.
- Acceso a transporte público: facilita a los trabajadores y visitantes tener acceso a la planta.

**Cuadro 34. Criterios de selección para la ubicación de la planta**

<b>CRITERIOS</b>	<b>ESCENCIAL</b>	<b>DESEABLE</b>
Buen estado de las vías de acceso	<b>X</b>	
Disponibilidad de materia prima e insumos	<b>X</b>	
Fácil conservación de insumos y materia prima	<b>X</b>	
Ubicación fuera de la ciudad	<b>X</b>	
Facilidad y acceso de servicios públicos	<b>X</b>	
Orden público favorable		<b>X</b>
Buen ambiente de trabajo		<b>X</b>
Buenas relaciones con la comunidad	<b>X</b>	
Mano de obra calificada		<b>X</b>
Normas de seguridad industrial y social	<b>X</b>	
Entorno ambiental favorable	<b>X</b>	
Asistencia médica inmediata	<b>X</b>	

Acceso de vehículos pesados	X	
Buenas políticas laborales	X	
Bajos costos de terreno y construcción	X	
Posibilidad de ampliación	X	
Sistemas de capacitación laboral	X	
Acceso de transporte público		X

Fuente: Esta investigación

## 7.2 MACROLOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

Para la implementación de la planta, se cuenta con la primera etapa en infraestructura para el manejo y gestión integral de residuos sólidos, ubicada en el municipio de Ricaurte, departamento de Nariño, Colombia.

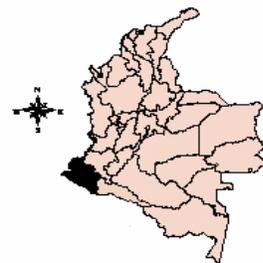
En la siguiente figura se puede ver una localización gráfica del municipio de Ricaurte donde se llevará a cabo el proyecto.

**Figura 11. Macrolocalización de la planta**

*Colombia en Suramérica*



*Nariño en Colombia*



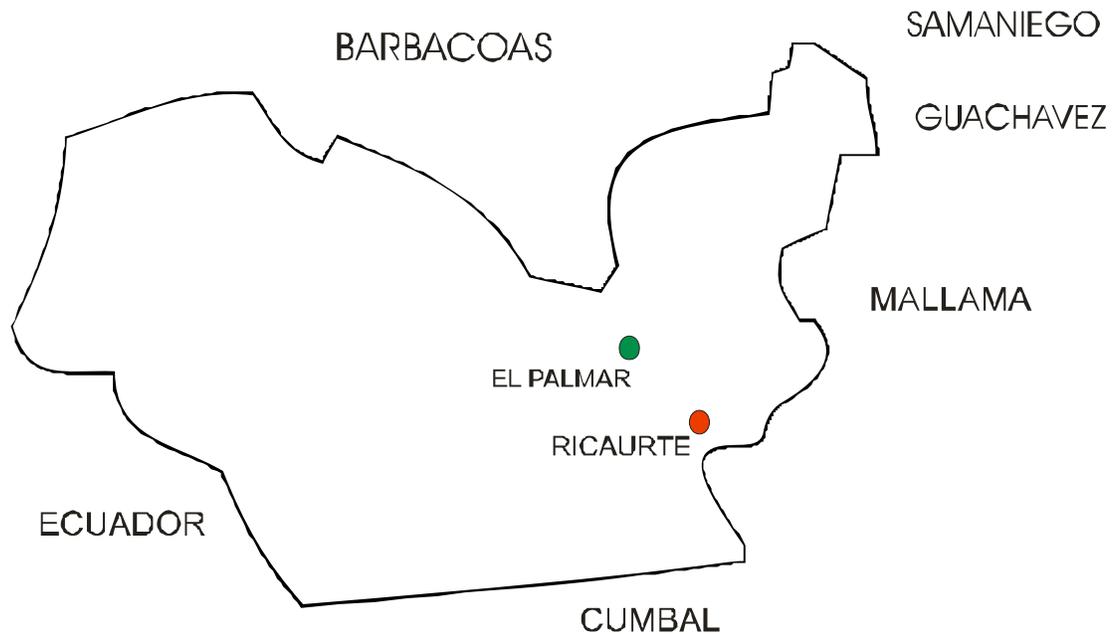
*Ricaurte en Nariño*



## 7.3 MICROLOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

La planta de tratamiento de residuos sólidos se encuentra ubicada en la vereda El Palmar a 7 Kilómetros de la cabecera municipal de Ricaurte. De los cuales 6 kilómetros son pavimentados sobre la vía Pasto-Tumaco, y 1 kilómetro es destapada en buen estado. Además dispone de servicios de agua, energía eléctrica y comunicación.

**Figura 12. Microlocalización de la planta de producción de fertilizantes.**



## **7.4 INGENIERÍA DEL PROYECTO**

### **7.4.1 Materias primas utilizadas**

Para la elaboración de abonos orgánicos se debe contar primeramente con los residuos orgánicos procedentes de la recolección de residuos sólidos en el casco urbano del Municipio de Ricaurte y veredas aledañas (San Francisco, Villa Nueva y Chambú)

Las materias primas básicas para la elaboración de abonos orgánicos son:

- Residuos orgánicos
- Inoculo
- Cal

#### 7.4.2 Caracterización física de la materia orgánica aprovechable

De acuerdo diagnóstico para el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Ricaurte, la caracterización de los residuos sólidos es la siguiente: (ver cuadro 35)

**Cuadro 35. Caracterización física de residuos sólidos del municipio de Ricaurte**

Tipo de material	% EN PESO
Orgánicos fácilmente biodegradables:	
Residuos de alimentos	61.20
Podas y corte prado.	0.30
Otros (ceniza de leña)	0.15
<b>Subtotal (RSO)</b>	<b>61.65</b>
<b>INORGÁNICOS</b>	
Papel y cartón	12.55
Vidrio	3.51
Plástico	3.99
Metales	0.76
<b>Subtotal (RSI)</b>	<b>20.81</b>
<b>Otros No aprovechables</b>	<b>17.25</b>
<b>Especiales</b>	<b>0.13</b>
<b>Escombros</b>	<b>0.15</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: Diagnóstico para el PGIRS del municipio de Ricaurte. 2006.

##### 7.4.2.1 Análisis físico químico de la materia orgánica aprovechable.

El cuadro 36 describe el análisis físico químico realizado a la materia prima en laboratorios especializados de la Universidad de Nariño. (Ver anexo F)

**Cuadro 36. Análisis físico químico de la materia orgánica aprovechable.**

PARÁMETRO	RESULTADOS
pH	4.47
Densidad g/cc.	0.28
Humedad %	82.50
Materia Seca %	17.50
Ceniza %	7.90
Materia Orgánica %	65.34
Carbono %	37.09
Nitrógeno %	1.54

Fósforo %	0.11
Potasio %	27.00
Calcio %	0.48
Magnesio %	0.14
Manganeso ppm	28.0
Hierro %	0.41
Cobre ppm	10
Zinc ppm	36

Fuente: Análisis y selección de una alternativa para la producción de bioabono a partir de residuos sólidos orgánicos del casco urbano de Ricaurte, Nariño.

#### 7.4.2.2 Volúmenes de producción de los residuos generados

En el casco urbano y veredas aledañas del municipio de Ricaurte, se produce gran cantidad de residuos sólidos con una cantidad de 43.22 ton/mes, de los cuales 26, 522 toneladas son residuos orgánicos, que representan el 61.65% de la producción total, los cuales serán aprovechados para la producción de abonos orgánicos. (Ver cuadro 37)

#### Cuadro 37. Cantidad total de residuos sólidos recolectados en el municipio de Ricaurte.

Tipo de usuario	Producción usuario / mes	Producción recogida ton/mes
Domiciliar	82.74	27.63516
Comercial	70.58	8.68134
Industrial	5.71	0.01713
Institucional	79.8	1.2768
Especial	16.65	0.1665
Mercado	4644.3	4.6443
Barrido y Limpieza	0.45	0.80325
<b>RSR =</b>		<b>43,22448</b>

Fuente: Diagnóstico para el PGIRS del municipio de Ricaurte. 2006.

**Figura 13. Infraestructura de la planta actual de disposición final de residuos sólidos municipio de Ricaurte**



Fuente: Esta investigación

## **7.5 DISEÑO Y OPERACIÓN PARA EL SISTEMA DE COMPOSTAJE**

En este estudio se determina conceptos claves para el diseño y operación del proceso de compostaje aeróbico bajo el sistema de pilas.<sup>1</sup>

- Aspectos cualitativos: Se debe caracterizar adecuadamente los residuos a compostar, de acuerdo con los criterios y parámetros previamente establecidos. De existir dificultades en su composición, se debe identificar las variables para realizar las diferentes correcciones. De acuerdo a cada caso, de ser necesario se acondicionaran procesos de precompostaje. Un aspecto muy importante a tener en cuenta es asegurarse que los residuos estén libres de contaminantes, químicos, en particular de metales pesados. Mediante una sensibilización previa a la comunidad para la separación en la fuente. Situación que se presenta generalmente en residuos de origen agroindustrial y domiciliarios.

---

<sup>1</sup> ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Manual para la Elaboración de Compost. Bases Conceptuales y Procedimientos. Uruguay. 1999. p. 38

- Aspectos cuantitativos: La cuantificación de volúmenes de residuos disponibles para compostar, así como la frecuencia de ingreso de los mismos, son datos importantes, debido a que permiten calcular el área de compostaje y la unidad de compostaje. Se aconseja manejar medidas volumétricas para determinar los parámetros:

❖ Densidad:	D	(toneladas/m <sup>3</sup> )
❖ Masa:	M	(toneladas)
❖ Volumen:	V	(m <sup>3</sup> )

- Unidad de compostaje: La unidad de compostaje (Uc) es la masa de residuos que permite la conformación de una pila y que ingresa al sistema como una unidad independiente del resto.
- Diseño de una pila de compostaje: No es aconsejable la formación de pilas de pequeños volúmenes, debido a que las fluctuaciones de temperatura de estos son muy bruscas. Como regla general se toma como altura la mitad de la base permitiendo tener una buena relación Superficie/Volumen.
- Tiempo de compostaje: Se entiende como tiempo de compostaje (Tc) el tiempo transcurrido desde la conformación de la pila hasta la obtención del compost con una humedad inferior al 20 %. Este varía según las características de los residuos a compostar, las condiciones climatológicas (temperatura, % de humedad relativa, entre otros), manejo fisicoquímico y se determina mediante la curva de compostación. Según estudio realizado por Hernández Verónica en el municipio de Ricaurte, este periodo en promedio dura 7 semanas.<sup>2</sup>

### 7.5.1 Proceso estandarizado

**7.5.1.1 Recepción y selección de materia prima:** “La materia prima proveniente de la recolección de residuos orgánicos en el casco urbano y veredas aledañas.

Primero se hace una selección del material no compostable que representa un 38.35% del total de los residuos sólidos que entran a la planta. Los residuos sólidos utilizados para el proceso de compostaje tienen las siguientes características:

- Porcentaje de materia orgánica: 61.65%
- pH: 5.47

---

<sup>2</sup> HERNÁNDEZ, O, Verónica, Análisis y selección de una alternativa para la producción de bioabono a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en la plaza de mercado del casco urbano del municipio de Ricaurte – Nariño, Universidad Mariana, Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Pasto, 2006. p. 72

- Humedad: 82.50%
- Relación C/N = 24.08

**7.5.1.2 Pesaje:** “La materia prima destinada a la formación de las pilas se pesa en una balanza comercial, para la determinación del rendimiento del proceso.

**7.5.1.3 Formación de pilas:** La materia prima se transporta hacia la zona de compostaje y se procede a la formación de las pilas, estas tienen forma piramidal con el fin de obtener temperaturas óptimas en los diferentes estados del proceso. A estas pilas se les lleva un control sobre fechas y los correspondientes análisis fisicoquímicos realizados cada mes, reportados en los registros que maneja la planta.

**7.5.1.4 Fermentación:** La temperatura al inicio de proceso es de 18 – 22°C (Temperatura ambiente). Se debe realizar volteos de acuerdo a la curva de compostación de acuerdo a los registros llevados en la planta, con el fin de proporcionar a las pilas el oxígeno necesario para mantener el proceso aeróbico, además este proceso hace que las pilas pasen de un lugar a otro en el área de fermentación; permitiendo así la utilización de esta área para recibir nuevo material. Este método permite que la producción de fertilizante sea continua.

El control de temperatura y pH se realiza de forma manual con la ayuda de termómetros de punzón y cinta de pH.

**Etapa mesotérmica 1:** Es el primer estado de la etapa fermentativa la temperatura máxima alcanzada es de 40°C.

**Etapa termogénica:** Durante esta etapa la temperatura en el centro de la pila alcanza un rango de 40 – 75°C con el fin de eliminar todo agente patógeno.

**Etapa mesotérmica 2:** se caracteriza por el decrecimiento de la temperatura (40°C), el pH tiende a ser neutro (pH = 7) y la humedad está alrededor del 30%, esta etapa es de gran interés para la higienización del material; es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de los nutrientes.

**7.5.1.5 Estabilización:** Bajo la acción de los microorganismos se logra la estabilización del producto enriquecido en minerales. La temperatura desciende paulatinamente hasta estabilizarse a la temperatura del ambiente (15°C) el pH final es de 7 y la humedad del producto final es de 30% aproximadamente.

**7.5.1.6 Secado:** El material obtenido (compost) se somete a la operación de secado con el fin de conseguir una humedad óptima de 20 a 25%.

**7.5.1.7 Tamizado:** Para conseguir un producto apto para su aplicación agronómica, se debe tamizar de forma manual o mecánica, el producto debe presentar una granulometría adecuada y homogénea libre de elementos que dificulten su aplicación.”<sup>3</sup>

**Figura 14. Modelo de una máquina de tamizado mecánico.**



Fuente: Esta investigación. Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Valle de Sibundoy

**7.5.1.8 Empaque, pesaje y almacenamiento:** El producto final refinado se empaqueta en sacos de polipropileno, se pesa en bultos de 50Kg. El bulto es sellado y se almacena sobre estibas de madera, en la bodega provista para este fin. Para ser comercializado como abono orgánico sólido según NTC 5167.

**7.5.1.9 Comercialización:** El abono sólido **FERTINAR** se comercializa en los almacenes agrícolas y directamente a los agricultores.

---

<sup>3</sup> ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Op. Cit. P. 40



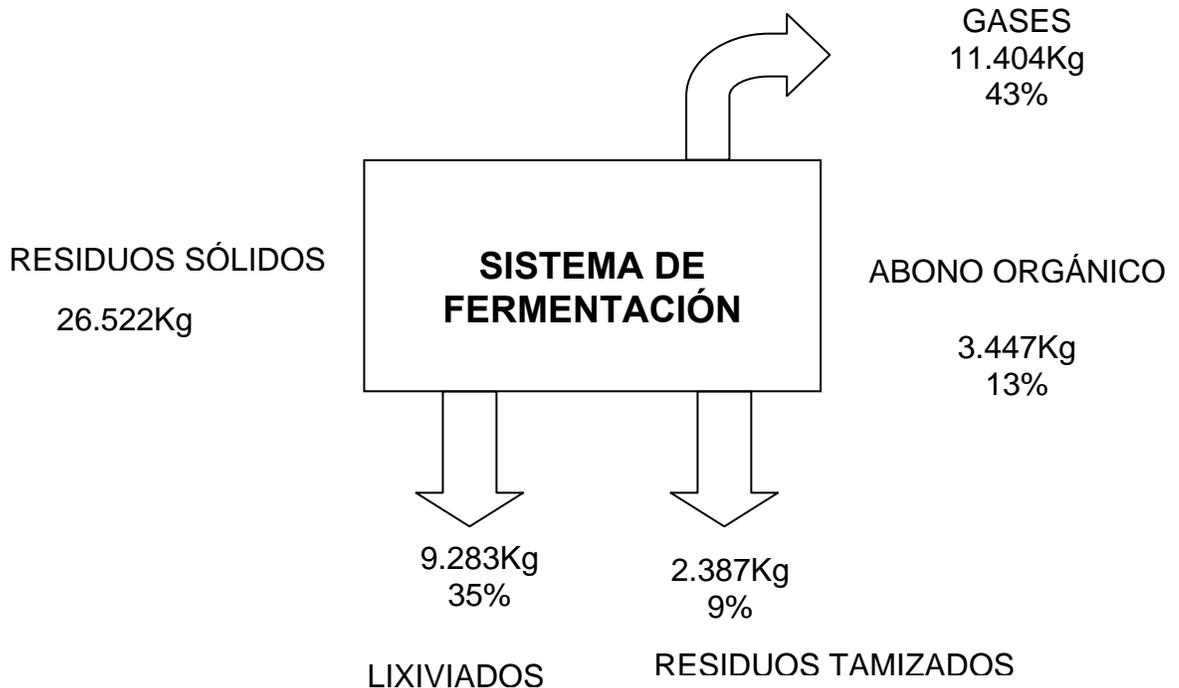
### 7.5.2 Balance de materia para el abono orgánico

Para la elaboración de este balance se tiene en cuenta lo siguiente:

La materia prima se somete a una clasificación inicial determinando la cantidad de residuos sólidos compostables que corresponden a un 61.65%, (ver cuadro 34) del total de los residuos recolectados. Según Hernández, de este porcentaje un 9% sale como residuo inorgánico en la operación de tamizado, obteniendo un rendimiento del proceso del 13%, valor que se tomará como referencia para el manejo del volumen en la planta.

**Figura 16. Balance de materia del proceso de compostaje**

**Base de cálculo: 1 mes**



Es decir que a la planta deben entrar 43.224ton/mes de las cuales se procesan 26.522 Toneladas para cubrir el 0.36% de la demanda insatisfecha determinada en el estudio de mercado, que corresponde a 3.45 Ton/mes de abono sólido. Y las 16.702Ton/mes de material no compostable, el cual se clasifica para su posterior comercialización.

### 7.5.3 Especificaciones técnicas del producto

Después de terminadas las diferentes fases del proceso de compostaje realizadas sobre la materia prima previamente caracterizada, se obtiene un producto orgánico apto para la recuperación de suelos denominado abono orgánico.

E producto así obtenido saldrá a la venta con la denominación de FERTINAR (Abono Orgánico Sólido) el cual presenta las siguientes características:

- ❖ Olor: Similar a tierra
- ❖ Color: Pardo oscuro causado por acumulación de los ácidos húmicos
- ❖ Textura: De tipo fibroso
- ❖ No contiene elementos patógenos ni malezas, porque en la etapa termofílica se alcanzan temperaturas cercanas a los 70°C que las destruyen.

Las características del producto se detallan en el cuadro 38, determinados mediante análisis de laboratorio, realizado sobre una muestra de abono orgánico elaborado con residuos orgánicos del la plaza de mercado del municipio de Ricaurte.

**Cuadro 38. Análisis de laboratorio del abono orgánico sólido**

PARÁMETRO	PORCENTAJE (P/P)
pH	6.90
Densidad g/cm <sup>3</sup>	0.6945
Humedad %	23
Materia Orgánica %	45
Carbono %	16
Nitrógeno total %	1.64
Fósforo %	0.74
Potasio %	1.0
Relación C/N	15.7

Fuente: Análisis y selección de una alternativa para la producción de bioabono a partir de residuos sólidos orgánicos del casco urbano de Ricaurte, Nariño.

### 7.5.4 Beneficios del abono orgánico sólido “FERTINAR”

El uso de este producto, tiene como finalidad:

- ❖ Reducir el volumen de masa mineral, aumentando la materia orgánica, mejorando las características fisicoquímicas del suelo.

- ❖ Proporcionar cantidades valiosas de macro y micronutrientes necesarios para la vida de las plantas.
- ❖ Renueva y aumenta “la vida” de la tierra al promover la proliferación de microorganismos útiles para la actividad del suelo.
- ❖ Incrementa la retención de la humedad del suelo, por lo tanto aporta resistencia a la sequía.
- ❖ Favorece la porosidad, lo que facilita la respiración de las raíces.
- ❖ La presencia de materia orgánica favorece el desarrollo radicular, con lo que se evita la erosión de los suelos y se frena la pérdida de vegetación.

## **7.6 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE FERTILIZANTES LÍQUIDOS**

### **7.6.1 Diseño metodológico**

Para el análisis del proceso se emplea un diseño factorial de experimentos utilizando la metodología de la superficie de respuesta, en un arreglo factorial  $(2^3)^4$ . Los factores son: Cantidad de suero, Cantidad de vinaza o melaza y tiempo de fermentación, para lograr la estabilización del proceso fermentativo, se realizará mediciones de pH como variable de respuesta en cada experimento. Además de llevar un registro de observaciones a diferentes cambios en el producto.

El pH además de ser un parámetro que mide la calidad de los fertilizantes, se utiliza por ser una ventaja de los fertilizantes líquidos minerales. Debido a que un pH ácido, incrementa el aprovechamiento de los nutrientes del suelo.

Para cada experimento se tomará una muestra de 500ml, lo cual permite un buen manejo de la misma y tener buenos resultados. Pues con este volumen de muestra se puede adicionar los componentes en cantidades fácilmente medibles y con mayor exactitud.

### **7.6.2 Descripción de factores y respuesta de la experimentación**

#### **7.6.2.1 Material Experimental**

A continuación se hace un breve análisis de cada uno de los factores a experimentar y como se relaciona con la variable respuesta a encontrar, teniendo que:

---

<sup>4</sup> BOX, G. E; HUNTER, W. G. and HUNTER, J. S. Statistics for experimenters: an introduction to model design data analysis and model building. New York: John Wiley & Sons, 1978, p. 510.

- ◆ **Suero:** Este subproducto de la industria láctea, es el encargado de producir ácido láctico a partir de azúcares a través de las bacterias ácido lácticas presentes. El ácido láctico es un compuesto altamente esterilizante que suprime microorganismos nocivos y patógenos responsables de la putrefacción que origina malos olores y gases en la etapa de fermentación.
- ◆ **Vinaza:** Se relaciona directamente con la producción de ácido láctico, por actuar como fuente de energía de los microorganismos en la fermentación. Además de aportar nutrientes que están presentes en ésta.
- ◆ **Melaza:** Igual que la vinaza, se utiliza como fuente de energía, con el fin de analizar con cual las dos alternativas se obtienen los mejores resultados para trabajar en la planta.
- ◆ **Tiempo:** El rango de tiempo necesario para alcanzar el pH necesario en el cual se logra inhibir los microorganismos que generan putrefacción y malos olores y determinar el tiempo al cual se estabilizan los fertilizantes para su envasado y almacenamiento.
- ◆ **pH:** Indica el nivel adecuado en el cual se eliminan los microorganismos nocivos y patógenos, además el pH es la característica más importante utilizada que se debe tener en cuenta para evaluar el éxito de un proceso de tratamiento en la elaboración de fertilizantes líquidos.

Los nutrientes a adicionar además de los evaluados en la experimentación son:

- ◆ **Abono orgánico sólido:** Preparado a partir de residuos orgánicos domiciliarios, que actúa como fuente de nutrientes principales y elementos menores.

Además para este compuesto se realizará una experimentación aleatoria con el fin de determinar la mezcla ideal para las cantidades de compost agua, garantizando un aporte de microelementos y nitrógeno.

- ◆ **Roca Fosfórica:** Se incorpora como fuente de fósforo en el enriquecimiento, de forma aleatoria con el fin de estar por encima de los límites mínimos permitidos de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 5167.

A la muestra que dé los mejores resultados se le realizará los análisis de laboratorio correspondientes, para verificar que se encuentre en los niveles de nutrientes exigidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 5167 vigente para la elaboración de fertilizantes orgánicos líquidos.

### **7.6.2.2 Materiales y Equipos**

A continuación se relacionan los materiales e insumos a utilizar en la fase experimental de este proyecto.

- ❖ Recipientes plásticos de 500ml
- ❖ Medidor de pH (pH-meter)
- ❖ Pipetas de 10ml
- ❖ Balanza digital
- ❖ Agitadores
- ❖ Compost
- ❖ Suero
- ❖ Vinaza o melaza
- ❖ Roca Fosfórica (Fosforita Huila)

### **7.6.3 Diseños experimentales**

**7.6.3.1 Fermentación aerobia.** El proceso de fermentación se evaluó para dos materias primas indispensables en la obtención de fertilizantes líquidos como son la melaza y vinaza, y se analizó con ayuda de un diseño de experimentos, el cual se describe a continuación.

**7.6.3.2 Diseño del tratamiento.** Mediante el proceso de fermentación se busca obtener un resultado de pH óptimo que permita la estabilización de producto final mediante la eliminación de microorganismos patógenos generadores de putrefacción, y por consiguiente una mayor vida útil del producto. Las variables seleccionadas para este tratamiento son cantidad de suero, cantidad de melaza o vinaza y tiempo, estas variables se trabajaron en dos niveles máximo y mínimo. La variable de respuesta seleccionada fue el pH el cual se midió con un pH-meter digital de los laboratorios de la Universidad de Nariño. (Ver figura 17).

**Figura 17. Medición de pH de las muestras**



Fuente: Esta Investigación

**7.6.3.3 Diseño experimental.** Se utilizó un diseño factorial con tres variables vistas a dos niveles en un diseño experimental  $2^3$ , mas puntos estrella y puntos centrales. Determinando una superficie de respuesta con 18 tratamientos o unidades experimentales. Como se muestra en la figura 18.

**Figura 18. Muestras experimentales**



Fuente: Esta Investigación.

La razón para la selección de la metodología de la superficie de respuesta fue porque la meta que se esperaba conseguir con este diseño era la optimización, debido a una amplia información disponible del procedimiento.

### Cuadro 39. Descripción del diseño experimental para la fermentación

Base Design

-----

Number of experimental factors: 3    Number of blocks: 1

Number of responses: 1

Number of runs: 18

Error degrees of freedom: 8

Randomized: No

Factors	Low	High	Units	Continuous
CANTIDAD DE SUERO	15.0	50.0	ml	Yes
CANTIDAD DE VINAZA	15.0	40.0	ml	Yes
TIEMPO	5.0	15.0	días	Yes

Responses                      Units

-----

pH

Fuente: Esta investigación

Para efectos de análisis en el programa estadístico, se requiere de la elaboración de una tabla de equivalencia de la variable respuesta, debido a que el programa analiza el máximo valor para la optimización de la respuesta. (Ver anexo G)

El cuadro 40 resume la formulación del diseño experimental antes descrito.

### Cuadro 40. Factores y niveles experimentales para la fermentación

FACTORES	NIVELES				
	- $\alpha$ -1.682	Nivel inferior	Nivel central	Nivel superior	+ $\alpha$ +1.682
X <sub>1</sub> = CANTIDAD DE SUERO (ml)	3	15	32.5	50	62
X <sub>2</sub> = CANTIDAD DE MELAZA O VINAZA (ml)	6.5	15	27.5	40	48.5
X <sub>3</sub> = TIEMPO (días)	2	5	10	15	18

Es necesario resaltar que este diseño experimental se utilizó para las dos materias primas (vinaza y melaza).

**7.6.3.4 Diseño de análisis.** Para este análisis los resultados se analizaron en el programa estadístico *Statgraphics*, donde se evaluó análisis de varianza, diagrama de pareto, efectos e interacciones de las variables, superficie de respuesta y optimización de la respuesta,<sup>5</sup> ver modelo matemático.

<sup>5</sup> GUTIERREZ, Humberto y ZALAZAR, Román. Análisis y diseño de experimentos. México: Mc Graw Hill, 2003. p. 430

## 7.6.4 Análisis de resultados y discusión

Para el análisis de los resultados de la fermentación se utilizó el software estadístico Statgraphics Plus versión 5.0<sup>6</sup>.

### 7.6.4.1 Resultados de la fermentación en sistema aerobio

**7.6.4.1.1 Diseño experimental para la fermentación aerobia con melaza.** Con los resultados obtenidos del diseño experimental para la etapa de fermentación con esta materia prima, se realizó un análisis mediante el programa estadístico *Statgraphics*, el cual según la tabla de análisis de varianza (ANOVA) cuadro 41, se puede ver que:

El R-cuadrado (R-squared Tabla ANOVA) indica que el modelo diseñado explica el 94.4291% de la variabilidad de la variable de respuesta, por lo que se puede deducir que el diseño fue bien ajustado y permite hacer análisis confiables sobre las variables implicadas en el proceso. Esta afirmación se confirma con la prueba de falta de ajuste (lack of fit) la cual presenta un valor  $P = 0.0605$ , el cual es mayor de 0.05 lo que indica que el orden del modelo es correcto para los datos observados a un nivel de confianza del 95%.

La prueba de Durbin-Watson statistic determina que no hay autocorrelación entre los residuales debido a que  $P = 0,2589$  mayor de 0.05, confirmando que la aleatorización de los experimentos fue bien realizada.

Se puede observar en la tabla ANOVA (cuadro 41) que los efectos de la variables cantidad de suero, cantidad de melaza, tiempo y el efecto cantidad de suero al cuadrado junto con la interacción cantidad de suero – cantidad de melaza, presentan valores de  $P$  menores de 0.05, indicando el efecto significativo sobre la variable de respuesta pH, mientras que las demás interacciones muestran un valor de  $P$  mayores a 0.05, mostrando un efecto poco significativo en la variable respuesta. Esto se puede observar con mayor claridad en el diagrama de pareto (Figura 19)

También el error estándar de estimación (Standard Error of Est.) es bajo (5,0%), lo cual muestra que la diferencia entre lo observado experimentalmente y lo estimado por el modelo teórico no difiere significativamente.

---

<sup>6</sup> STATGRAPHICS PLUS 5.0. (CD-ROM). Copyright by statistical graphics corporation. Programa estadístico 2000.

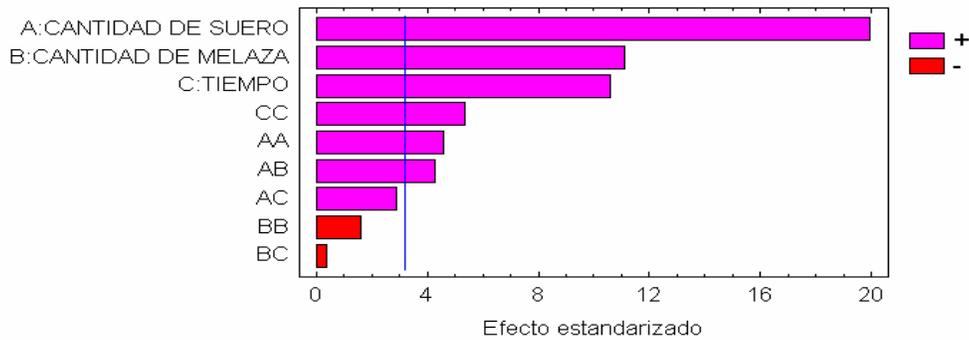
### Cuadro 41. Análisis de varianza para la fermentación aerobia con melaza

Analysis of Variance for pH - FERMENTACION

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:CANTIDAD DE SUERO	1,02122	1	1,02122	397,88	0,0003
B:CANTIDAD DE MELAZA	0,317898	1	0,317898	123,86	0,0016
C:TIEMPO	0,288907	1	0,288907	112,56	0,0018
AA	0,0542055	1	0,0542055	21,12	0,0194
AB	0,0465125	1	0,0465125	18,12	0,0238
AC	0,0210125	1	0,0210125	8,19	0,0645
BB	0,00664837	1	0,00664837	2,59	0,2059
BC	0,0003125	1	0,0003125	0,12	0,7502
CC	0,0731939	1	0,0731939	28,52	0,0128
Lack-of-fit	0,100391	5	0,0200783	7,82	0,0605
Pure error	0,0077	3	0,00256667		
Total (corr.)	1,94029	17			

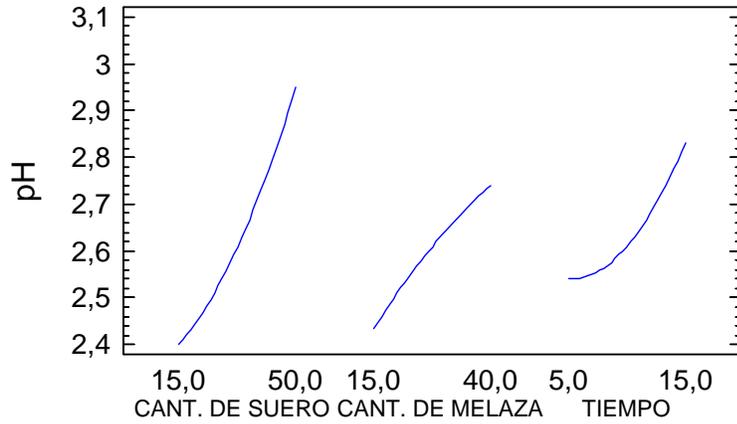
R-squared = 94,4291 percent  
 R-squared (adjusted for d.f.) = 88,1619 percent  
 Standard Error of Est. = 0,0506623  
 Mean absolute error = 0,0423756  
 Durbin-Watson statistic = 1,83158 (P=0,2589)  
 Lag 1 residual autocorrelation = 0,0545212

Figura 19. Diagrama de Pareto de variables para pH



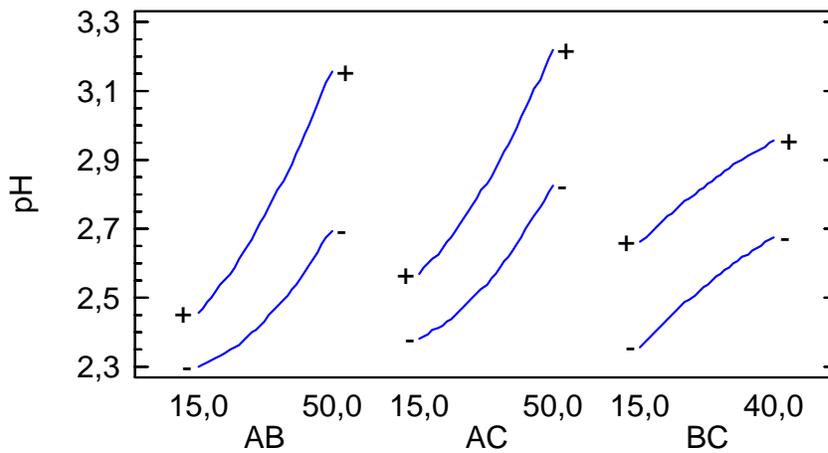
El diagrama de Efectos principales (Figura 20) y de acuerdo a la tabla ANOVA (cuadro 41) muestra un marcado efecto positivo de las variables (cantidad de suero, cantidad de melaza y tiempo) en las cuales los valores óptimos de la respuesta se encuentran en los niveles superiores.

**Figura 20. Diagrama de efectos principales para pH**



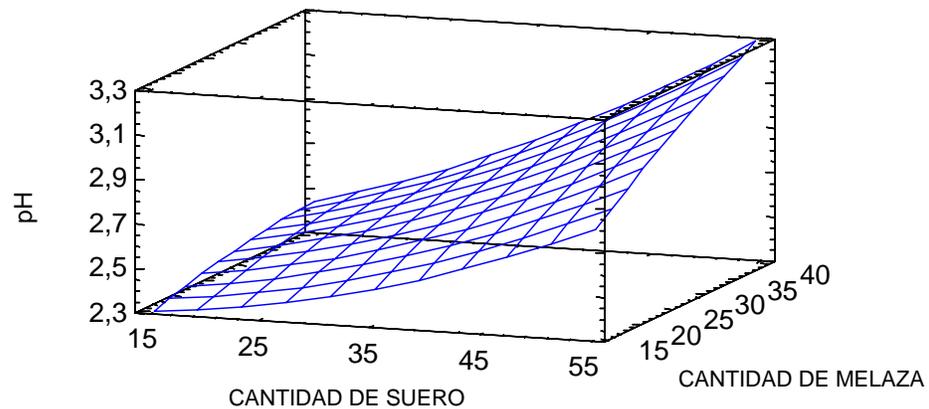
En la figura 21 de interacciones principales la interacción cantidad de suero – cantidad de melaza muestra un efecto significativo cuando se utiliza un nivel mayor de cantidad de suero y un nivel mayor de cantidad de melaza, las demás interacciones son indiferentes puesto que no tienen un efecto significativo, revisando los valores P en la tabla ANOVA (cuadro 41), para la interacciones AC y BC cuyos valores son mayores de 0.05.

**Figura 21. Diagrama de interacciones para el pH**



Con la superficie de respuesta (figura 22) se puede observar que la combinación cantidad de suero - cantidad de melaza, maximiza la variable de respuesta cuando los factores están en los niveles altos, este resultado se verifica en la tabla de respuesta óptima (cuadro 42) donde se puede ver el valor exacto correspondiente a estos factores.

**Figura 22. Superficie de respuesta estimada**



**Cuadro 42. Optimización de la respuesta**

Optimize Response

-----

Goal: maximize pH

Optimum value = 3,9698

Factor	Low	High	Optimum
CANTIDAD DE SUERO	3,06863	61,9314	61,9314
CANTIDAD DE MELAZA	6,47759	48,5224	48,5224
TIEMPO	1,59104	18,409	15,1423

**Modelo matemático:** El modelo matemático para la fermentación se muestra en la siguiente ecuación. Este modelo representa la ecuación que mejor explica el proceso de fermentación a partir de los resultados obtenidos.

$$\text{pH} = 2,36855 - 0,0137109*\text{CANTIDAD DE SUERO} + 0,00994695*\text{CANTIDAD DE MELAZA} - 0,0480512*\text{TIEMPO} - 0,000213754*\text{CANTIDAD DE SUERO}^2 + 0,000348571*\text{CANTIDAD DE SUERO}*\text{CANTIDAD DE MELAZA} + 0,000585714*\text{CANTIDAD DE SUERO}*\text{TIEMPO} - 0,000146726*\text{CANTIDAD DE MELAZA}^2 - 0,0001*\text{CANTIDAD DE MELAZA}*\text{TIEMPO} + 0,00304274*\text{TIEMPO}^2$$

**7.6.4.1.2 Diseño experimental para la fermentación aerobia con vinaza.** Al igual que en la experimentación con melaza, se realizó un análisis mediante el programa estadístico *Statgraphics*, en el cual se puede ver los resultados obtenidos del diseño experimental para la etapa de fermentación con vinaza, que se encuentran en la tabla de análisis de varianza (ANOVA) cuadro 43.

El R-cuadrado (R-squared Tabla ANOVA) indica que el modelo diseñado explica el 90.22% de la variabilidad de la variable de respuesta, por lo que se puede deducir que el diseño fue bien ajustado y permite hacer análisis confiables sobre las variables implicadas en el proceso. Esta afirmación se ratifica con la prueba de falta de ajuste (lack of fit) la cual presenta un valor  $P = 0.0627$ , el cual es mayor de 0.05 lo que indica que el orden del modelo es correcto para los datos observados a un nivel de confianza del 95%. Además de un error absoluto de 4.58% lo que indica que el error en promedio es bajo.

La prueba de Durbin-Watson statistic determina que no hay autocorrelación entre los residuales debido a que  $P = 0,2589$  mayor de 0.05, confirmando que la aleatorización de los experimentos fue bien realizada.

Se puede observar en la tabla ANOVA (cuadro 43) que los efectos de la variables cantidad de vinaza, cantidad de suero, tiempo y el efecto cantidad de suero al cuadrado, presentan valores de  $P$  menores de 0.05, indicando el efecto significativo sobre la variables de respuesta pH, además el efecto tiempo al cuadrado muestra significancia pero de una manera negativa en la variable respuesta. Esto se puede observar con mayor claridad en el diagrama de pareto (Figura 23)

También el error estándar de estimación (Standard Error of Est.) es bajo (3,25%), lo cual muestra que la diferencia entre lo observado experimentalmente y lo estimado por el modelo teórico no difiere significativamente.

### Cuadro 43. Análisis de varianza para la fermentación aerobia con vinaza

Analysis of Variance for pH - FERMENTACION

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:CANTIDAD DE SUERO	0,873595	1	0,873595	101,98	0,0021
B:CANTIDAD DE VINAZA	0,884433	1	0,884433	103,24	0,0020
C:TIEMPO	0,440989	1	0,440989	51,48	0,0056
AA	0,577361	1	0,577361	67,40	0,0038
AB	0,0231125	1	0,0231125	2,70	0,1990
AC	0,0465125	1	0,0465125	5,43	0,1021
BB	0,0352351	1	0,0352351	4,11	0,1356
BC	0,0595125	1	0,0595125	6,95	0,0779
CC	0,157608	1	0,157608	18,40	0,0233
Lack-of-fit	0,326152	5	0,0652304	7,61	0,0627
Pure error	0,0257	3	0,00856667		
Total (corr.)	3,59765	17			

R-squared = 90,22 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 79,2174 percent

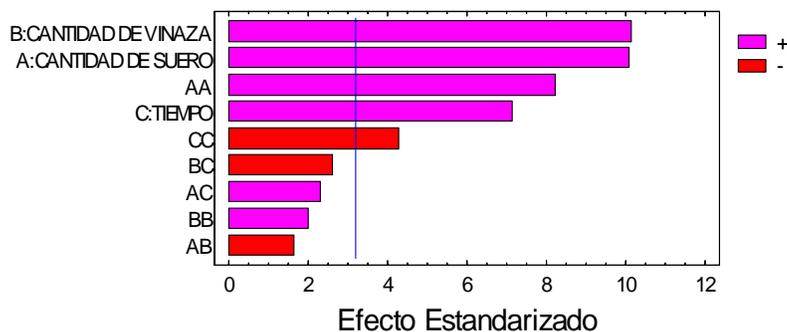
Standard Error of Est. = 0,0325563

Mean absolute error = 0,045826

Durbin-Watson statistic = 2,41462 (P=0,1277)

Lag 1 residual autocorrelation = -0,219943

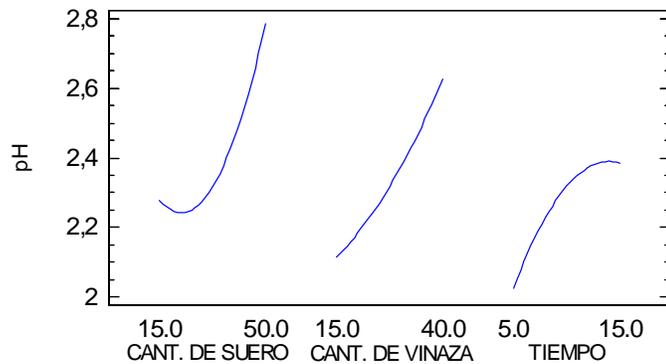
### Figura 23. Diagrama de Pareto de variables para pH



El diagrama de Efectos principales (Figura 24) y de acuerdo a la tabla ANOVA (cuadro 43) muestra un marcado efecto positivo de las variables cantidad de suero y cantidad de vinaza, en las cuales los valores óptimos de la respuesta se

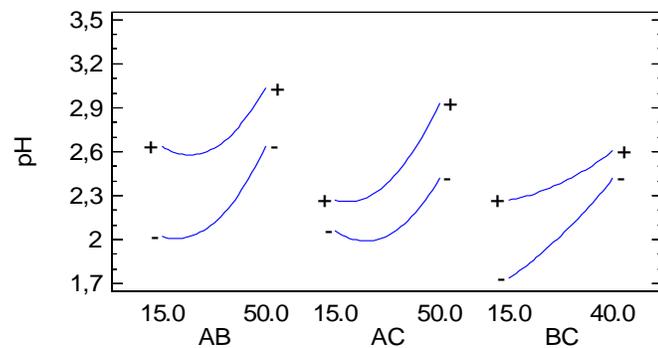
encuentran en los niveles superiores. Mientras que la variable tiempo se encuentra en un nivel cerca al superior, donde en un punto específico empieza a asemejarse a una curva cuadrática.

**Figura 24. Diagrama de efectos principales para pH**



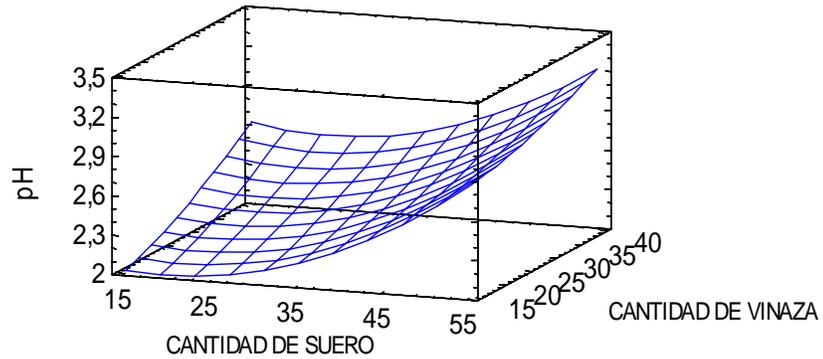
En la figura 25 de interacciones principales se muestra que las diferentes variables presentan aditividad, por lo cual su efecto es irrelevante en la variable de respuesta debida a su baja significancia.

**Figura 25. Diagrama de interacciones para el pH**



Con la superficie de respuesta (figura 26) se puede observar que la combinación cantidad de suero - cantidad de vinaza, maximiza la variable de respuesta cuando los factores están en los niveles superiores, este resultado se verifica en la tabla de respuesta óptima (cuadro 44) donde se puede ver el valor exacto correspondiente a estos factores.

**Figura 26. Superficie de respuesta estimada**



**Cuadro 44. Optimización de la respuesta**

Optimize Response

-----

Goal: maximize pH

Optimum value = 3,83114

Factor	Low	High	Optimum
CANTIDAD DE SUERO	3,06863	61,9314	61,9314
CANTIDAD DE VINAZA	6,47759	48,5224	48,4908
TIEMPO	1,59104	18,409	13,6329

**Modelo matemático:** El modelo matemático para la fermentación con vinaza, se muestra en la siguiente ecuación. Este modelo representa la ecuación que mejor explica el proceso de fermentación a partir de los resultados obtenidos.

$$\begin{aligned}
 \text{pH} = & 1,15851 - 0,0328497 \cdot \text{CANTIDAD DE SUERO} + 0,0235662 \cdot \text{CANTIDAD DE VINAZA} \\
 & + 0,134867 \cdot \text{TIEMPO} + 0,000697616 \cdot \text{CANTIDAD DE SUERO}^2 - 0,000245714 \cdot \text{CANTIDAD} \\
 & \text{DE SUERO} \cdot \text{CANTIDAD DE VINAZA} + 0,000871429 \cdot \text{CANTIDAD DE SUERO} \cdot \text{TIEMPO} + \\
 & 0,000337782 \cdot \text{CANTIDAD DE VINAZA}^2 - 0,00138 \cdot \text{CANTIDAD DE VINAZA} \cdot \text{TIEMPO} - \\
 & 0,00446496 \cdot \text{TIEMPO}^2
 \end{aligned}$$

### **7.6.4.1. 3 Discusión de resultados para la fermentación aerobia con melaza y vinaza.**

Los resultados obtenidos para la etapa de fermentación con melaza y vinaza muestran que las cantidades de suero y melaza ó vinaza, generan un efecto significativo en el proceso, implicando la variable de respuesta, lo que indica que la eficiencia de la fermentación está determinada por estas variables, debido a que en los niveles superiores de estas variables se asegura un pH adecuado que permita la estabilización y la reducción de agentes perjudiciales que alteren la calidad del producto. Complementándose con la variable tiempo que igualmente causa un efecto significativo acercándose el valor óptimo al nivel superior.

Específicamente para la experimentación con melaza y de acuerdo a las observaciones realizadas se encontró que, si bien se llegó a los valores de pH cercanos a los requeridos para la estabilización del producto, las muestras se contaminaron rápidamente, con aparición de hongos y olores desagradables (a los 7 días). De lo cual se puede deducir que se debió a un mayor contenido de azúcar en esta materia prima, haciendo que el producto sea más vulnerable a la contaminación, hecho que no ocurrió en la experimentación con vinaza, por ser esta un residuo de la destilación de alcohol haciéndolo más resistente a la proliferación de microorganismos causantes de la putrefacción, logrando así una mayor durabilidad de los fertilizantes elaborados.

Cabe resaltar que la importancia de esta experimentación para la estandarización del proceso en la elaboración de biofertilizantes, debido a que revisada la literatura no se encontró registros de patentes para los mismos. Lo cual se confirma según Restrepo<sup>7</sup> cuando dice que: “La fórmula de hacer biofertilizantes actualmente no cuenta con patente ni propiedad intelectual y está revolucionando la agricultura en el mundo...”. Además revisado las Norma Técnica Colombiana NTC 1927, que rige para este tipo de productos no se encuentra la definición específica para biofertilizantes<sup>8</sup>. De esta forma la clasificación que caracteriza al producto es la de “fertilizante orgánico mineral líquido”.

Teniendo en cuenta que el pH es un parámetro fundamental en la estabilización del producto debido a que un pH ácido inhibe la actividad microbiana alcanzando una mayor durabilidad en el producto.

## **7.6.5 Resultados fermentación en sistema anaeróbico**

### **7.6.5.1 Diseño Metodológico**

En primer lugar se montaron muestras, tomando como base la matriz de experimentación de fermentación aerobia, tratando de ajustarse a los niveles inferior, central y superior con replicas para cada uno. Para determinar en cual de estos sistemas (aeróbico ó anaeróbico) se obtiene los mejores resultados, en cuanto a estabilización y conservación del producto.

---

<sup>7</sup> RESTREPO, Op. Cit., p. 56

<sup>8</sup> ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 1927, Op. Cit. p. 5

En esta etapa se llevó registros de la variable respuesta (pH) al comienzo y final del proceso. Además de las observaciones y comparaciones a los diferentes cambios del producto en los dos sistemas experimentales.

Para cada experimento se tomó muestras de 500ml, lo cual permite un buen manejo de la misma. Ya que con este volumen de muestra se puede adicionar los componentes en cantidades fácilmente medibles y con mayor exactitud.

#### **7.6.5.2 Materiales y Equipos**

A continuación se relacionan los materiales e insumos a utilizar en la fase experimental de este proyecto.

- ❖ Recipientes plásticos de 500ml
- ❖ Medidor de pH (pH-meter)
- ❖ Pipetas de 10ml
- ❖ Balanza digital
- ❖ Agitadores
- ❖ Pitillos
- ❖ Compost
- ❖ Suero
- ❖ Vinaza o melaza
- ❖ Roca Fosfórica (Fosforita Huila)

#### **7.6.5.3 Diseños experimentales**

**Fermentación anaerobia.** El proceso de fermentación se evaluó para las dos materias primas utilizadas en la fermentación aerobia y se analizó mediante la medición de pH y observación directa, comparando los resultados en los dos sistemas de fermentación. Figura 27

**Figura 27. Montaje de muestras experimentales para fermentación anaerobia**



Fuente: Esta investigación

#### **7.6.5.4 Análisis de resultados**

A continuación se muestra los resultados obtenidos en este sistema de fermentación, con sus respectivos valores.

El cuadro 45 muestra que para la experimentación anaerobia con melaza se obtuvo resultados de pH similares a los obtenidos en la fermentación aerobia, con la diferencia que con este proceso el producto tuvo una mayor durabilidad. Pero igualmente las muestras se deterioraron 1 mes después de terminado el proceso de fermentación.

**Cuadro 45. Resultados experimentales, fermentación anaerobia con melaza**

<b>Variable Experimento</b>	<b>Cantidad de Suero (ml)</b>	<b>Cantidad de Melaza (ml)</b>	<b>Tiempo (Días)</b>	<b>pH inicial</b>	<b>pH final</b>
1	50	15	15	6.02	4.92
2	50	40	15	5.90	4.51
3	15	40	15	6.23	5.15
4	15	15	15	6.41	5.46
5	32.5	27.5	15	6.36	4.78

\* 15 días, tiempo tomado de acuerdo a la optimización de la respuesta

Para la experimentación en sistema anaerobio con vinaza el cuadro 46 muestra resultados mucho mas cercanos al óptimo esperado, pero en este proceso se logra la estabilización del producto, después de un tiempo de fermentación de 15 días, alcanzando una mayor conservación, y de acuerdo al seguimiento hecho en la experimentación durante los 5 meses, no ha mostrado ningún cambio, de lo cual

se puede concluir que la vida útil del producto está por encima de este periodo de tiempo.

**Cuadro 46. Resultados experimentales, fermentación anaerobia con vinaza**

Variable Experimento	Cantidad de Suero (ml)	Cantidad de Vinaza (ml)	Tiempo (Días)	pH inicial	pH final
1	50	15	14	5.98	5.06
2	50	40	14	5.85	4.43
3	15	40	14	6.32	5.45
4	15	15	14	6.24	5.34
5	32.5	27.5	14	6.12	5.10

\* 14 días, tiempo tomado de acuerdo a la optimización de la respuesta

**7.6.5.5 Discusión de resultados para la fermentación anaerobia con melaza y vinaza.**

La experimentación anterior muestra que el mejor proceso para la obtención de fertilizantes líquidos es la fermentación anaeróbica con vinaza y las variables de estudio en los niveles que indica la optimización de la respuesta, debido a que el objetivo es alcanzar la estabilización y durabilidad del producto.

Después de analizar los resultados de las experimentaciones anteriores se obtuvo las mejores respuestas en fermentación anaeróbica. Con estas se prepararon las muestras para el respectivo análisis de laboratorio en cuanto a macro-nutrientes y micro-nutrientes citados por la Norma Técnica Colombiana NTC 5167. (Ver Anexo H e I)

## 7.6.6 El producto

**Figura 28. Producto obtenido de la experimentación**



Fuente: Esta Investigación

### 7.6.6.1 Uso y manejo

El fertilizante líquido **FERTINAR** se aplica por aspersión, en suficiente cantidad de agua para garantizar buen cubrimiento del follaje. Puede aplicarse también con el agua de riego.

Las dosis de aplicación deben ser definidas de acuerdo con los resultados de los análisis de suelos o foliares y la especie a cultivar.

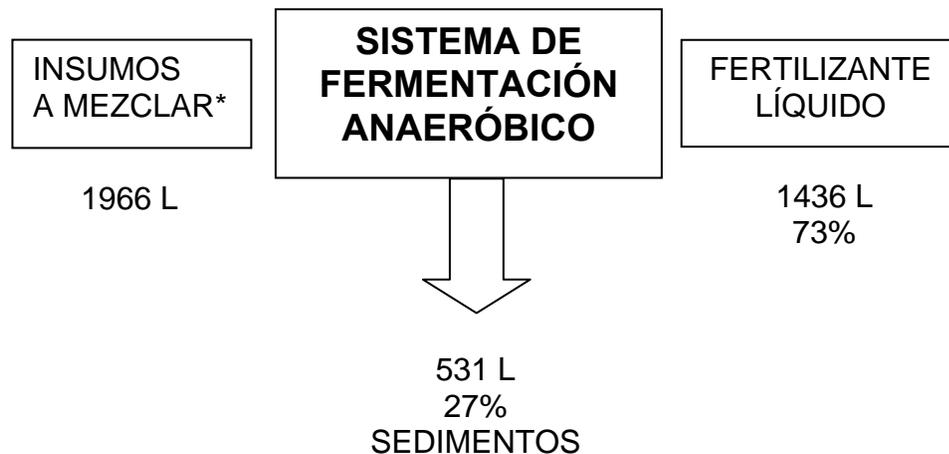
Este producto puede usarse en cultivos en desarrollo o ya establecidos mediante aspersión foliar en suficiente cantidad de agua para lograr cubrimiento uniforme del follaje.

### 7.6.6.2 Balances de materia

Para el balance de materia de los fertilizantes líquidos se hace necesario convertir los datos de los insumos a mezclar a unidades de volumen, previa determinación de la densidad de cada uno.

**Figura 29. Balance total de materia del proceso de fertilizantes líquidos**

**Base de cálculo: 1 mes**



**\*Lista de insumos a mezclar**

Insumo	Cantidad Kg	Cantidad Lt.
• Compost	241.3	347.5
• Agua (1:5)	1206.7	1206.7
• Roca fosfórica	93.25	69.0
• Suero		192.7
• Vinaza		150.8
• <b>TOTAL</b>		<b>1967</b>

**7.6.6.3 Rendimiento del proceso experimental**

El rendimiento del proceso experimental se determinó en la Planta Piloto de la Universidad de Nariño y para lo cual se obtuvo los siguientes datos:

Vfliq. = Volumen del fertilizante líquido = 1Lt

Pfliq = Peso del fertilizante líquido = 1.063Kg

Dfliq. = Densidad del fertilizante líquido = 989.4Kg/m<sup>3</sup>

Psedim. = Peso de sedimentos: 0.287Kg

Cálculo del rendimiento:

$$\% \text{ Rend.} = \frac{P_{\text{fliq}} - P_{\text{se dim}}}{P_{\text{fliq}}} \times 100$$

$$\% \text{ Rend.} = \frac{1.063 - 0.287}{1.063} \times 100 = 73\%$$

#### 7.6.6.4 Especificaciones técnicas del producto

De acuerdo al análisis de laboratorio hecho en la Universidad de Nariño se obtienen los resultados y especificaciones que aparecen en el cuadro 47. (Ver anexo I)

**Cuadro 47. Análisis de laboratorio del fertilizante líquido**

PARÁMETRO	RESULTADOS
Nitrógeno total g/l	2.94
Nitrógeno Nítrico (NO <sub>3</sub> ) g/l	1.35
Nitrógeno amoniacal (NH <sub>4</sub> ) g/l	16.3
Fósforo g/l	10.9
Potasio g/l	7.52
Calcio g/l	108.3
Magnesio g/l	59.2
Zinc ppm	10500
pH	4.33
Sólidos suspendidos Totales %	1.849
Carbono orgánico oxidable Total g/l	24.7
Conductividad eléctrica ms/cm	29.4
Densidad g/c <sup>3</sup>	0.9894

Fuente: Esta Investigación

**Figura 30. Diagrama de flujo del proceso estandarizado para la elaboración de fertilizantes líquidos.**



Fuente: Esta investigación

Es necesario mencionar que para el manejo de lodos que resultan en el proceso, se destina un espacio en la planta, denominada área de sedimentos, donde se llevará a cabo un proceso de secado de los mismos, para luego realizar su respectivo análisis de laboratorio y estudiar que uso se les puede dar con el fin de no causar ningún impacto al ambiente.

## 7.7 MAQUINARIA Y EQUIPO

La importancia de lograr un producto de calidad es fundamental para la empresa, ya que de esto dependerá la supervivencia de la organización en el mercado. Para lograr este propósito, se requiere de la utilización de herramientas sencillas, que se adapten de forma eficiente en el proceso productivo diseñado y lograr un fertilizante con excelentes propiedades, además de que genera empleo y su vez contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Las herramientas para el proceso de compostaje se escogen teniendo en cuenta el diagrama de proceso diseñado para la empresa y la cantidad de residuos sólidos que se manejan en la planta.

- ❖ Carretillas (0.16m<sup>3</sup>) destinadas al transporte y manejo de la materia prima y fertilizantes.
- ❖ Máquina selladora de empaques
- ❖ Báscula: Capacidad aproximada 500Kg
- ❖ Cortadora (Picapastos): para triturar la materia prima.
- ❖ Zaranda vibratoria con bandeja
- ❖ Plástico negro
- ❖ Palas, rastrillos
- ❖ Manguera
- ❖ Tanques plásticos: (1000Litros)
- ❖ Tanques plásticos: (500Litros)
- ❖ Agitadores de madera

Para el control del proceso de compostaje y fertilizantes líquidos, se hace necesario adquirir Instrumentos de medición como:

- ❖ pH-metro
- ❖ Termómetro de punzón: (0 – 100°C)

## **7.8 CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LOS FERTILIZANTES**

De acuerdo a la proyección de ventas reportadas en el estudio de mercado, la planta comienza con la transformación de un porcentaje del 0.36% del total de la demanda insatisfecha en el mercado para abono orgánico sólido y un 34.8%, para los fertilizantes líquidos. Teniendo en cuenta que a la planta entrarán 6.631Ton/semana de residuos orgánicos. (Ver anexo J)

Por lo tanto:

- ❖ Densidad Residuos Sólidos Orgánicos  $0.26 \text{ gr/cm}^3$  ( $260 \text{ Kg/m}^3$ )<sup>9</sup>
- ❖ Volumen de residuos sólidos orgánicos: El Volumen se determinó por medio de la densidad y el total de las toneladas recolectadas por semana.

$$\text{VOLUMEN} = 6630.5 \text{ Kg} / 260 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{VOLUMEN} = 25,5 \text{ m}^3 / \text{Semana}$$

Tomando como base este valor, se determina el espacio necesario para el manejo de los residuos en la planta.

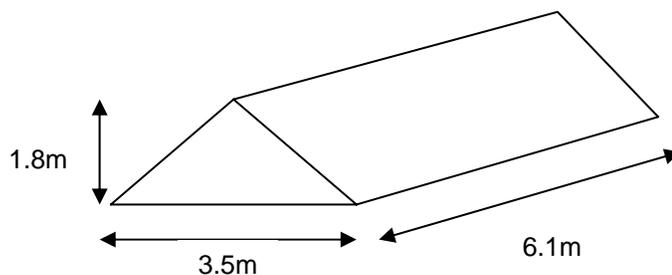
- ❖ **Dimensiones de la pila:** La pila tendrá forma piramidal, ya que así se logra elevar la temperatura hasta los valores requeridos para llegar a la fase termofílica ( $65 - 68^\circ\text{C}$ ), necesaria para la destrucción de organismos patógenos.

La pila tendrá una las siguientes dimensiones, teniendo en cuenta la infraestructura existente:

Según el diseño de la planta, permite manejar 2 pilas en hilera, el número de pilas se determina de acuerdo al tiempo de fermentación.

Cada semana se formarán 2 pilas cada una de  $12.8 \text{ m}^3$  aproximadamente, por lo tanto las dimensiones de la pila son:

**Figura 31. Diseño y medidas de una pila de compostaje**



$$\text{VOLUMEN DE CADA PILA} = 12.8 \text{ m}^3$$

<sup>9</sup> ALCALDÍA DE RICAURTE., Diagnóstico para el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), Municipio de Ricaurte, 2006.

De esta manera, el área requerida para cada pila es:

$$\text{Área pila} = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

$$\text{ÁREA pila} = 21.4\text{m}^2$$

- La distancia entre pilas (DP) es de 1m: **DP = 1m**
- La distancia entre límites (DL) es de 1m: **DL = 1m**
- El tiempo de compostaje (TC) es de 7 semanas: **TC = 7 Semanas**
- Ancho del área de compostaje:

$$\text{Ancho Área de Compostaje} = (\text{Ancho pila} \times \text{N}^\circ \text{ Pilas}) + \text{DL} + \text{DP}$$

$$\text{ANCHO AC} = (3.5 \times 4) + 2 + 3$$

$$\text{ANCHO AC} = 19\text{m}$$

- Largo del área de compostaje:

$$\text{Largo Área de Compostaje} = (\text{N}^\circ \text{ Filas}) \times (\text{Largo pila}) + \text{DP} + \text{DL}$$

$$\text{LARGO AC} = (4 \times 6.1) + 3 + 2$$

$$\text{LARGO AC} = 29.4\text{m}$$

Este dato debe ampliarse al menos en un 20%, ya que la demanda del fertilizante año tras año se va incrementando.

Por lo tanto:

$$\text{LARGO AC} = 29.4\text{m} \times 1.2 = 35.3\text{m}$$

- **Área total de compostaje:**

$$\text{Área Total de Compostaje} = \text{ANCHO AC} \times \text{LARGO AC}$$

$$\text{ÁREA TOTAL C} = 670.3\text{m}^2$$

Adecuando este dato al área de las pilas se manejará una distribución de 20 pilas repartidas en 4 columnas.

- ❖ **Área de Recepción – Selección:** Destinada al descargue de los residuos sólidos domiciliarios, se construirá bajo techo utilizando cubierta de zinc y estructura en hierro y piso en concreto.

Para el manejo de 26,522 Ton /mes, se calcula un área por diseño de 10m x 10m, en esta zona se selecciona manualmente el material orgánico y los productos reciclables, con la ayuda de palas, rastrillos y se realiza el pesaje para llevar un control de rendimientos.

**ÁREA RECEPCIÓN – SELECCIÓN = 100m<sup>2</sup>**

- ❖ **Área abono estabilizado:** El material, luego de pasar por la etapa termofílica, comienza una segunda etapa mesofílica, en la cual el fertilizante se enriquece más en nutrientes y mueren los microorganismos patógenos

Considerando un área para tres pilas.

$$\begin{aligned}\text{LARGO} &= (3 \times \text{Ancho Pila}) + (2 \times \text{DL}) + (1 \times \text{DP}) \\ \text{LARGO} &= (3.5 \times 3) + (2 \times 1) + (2 \times 1) \\ \text{LARGO} &= 14.5\text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ANCHO} &= \text{DL} + \text{Largo pila} \\ \text{ANCHO} &= 2 + 6.1 \\ \text{ANCHO} &= 8\text{m}\end{aligned}$$

**ÁREA ESTABILIZACIÓN = 116m<sup>2</sup>**

Esta sección estará provista además de una zaranda vibratoria y la balanza para realizar el empaque del producto final.

- ❖ **Recepción de materia prima y pesaje:** se recibe y se pesa la materia prima y los insumos necesarios para la producción de fertilizantes líquidos FERTINAR; incluida en el área de fermentación.

**ÁREA DE RECEPCIÓN Y PESAJE = 5m x 3m = 15m<sup>2</sup>**

- ❖ **Área de Fermentación:** Se ubicarán los tanques plásticos para llevar a cabo el proceso de homogenización, fermentación y filtrado de los fertilizantes líquidos. Además se dejará un espacio del 30% de área requerida para su posterior ampliación.

**ÁREA DE FERMENTACIÓN = 10m x 10m = 100m<sup>2</sup>**

- ❖ **Área de envasado y etiquetado:** Se requiere de una infraestructura para estas operaciones del proceso. También incluida en el área de fermentación.

**ÁREA DE ENVASADO Y ETIQUETADO = 3m x 4m = 12m<sup>2</sup>**

- ❖ **Secado de sedimentos:** Área para secar los sedimentos extraídos de la filtración de los fertilizantes líquidos para su posterior empaçado y comercialización.

$$\text{ÁREA DE SEDIMENTOS} = 4\text{m} \times 4\text{m} = 16\text{m}^2$$

- ❖ **Área de Almacenamiento y Comercialización:** El producto final después de empaçado, se almacena sobre estibas de madera para evitar su compactación.

$$\text{ÁREA DE ALMACENAMIENTO} = 36\text{m}^2$$

- ❖ **Área De Administración:** En esta área se encuentra el personal que lleva a cabo el manejo administrativo y contable de la empresa, se conforma de las siguientes subáreas.

- Gerencia – baño
- Secretaria
- Baños
- Vestieres
- Cafetería

Se asume un área aproximada de  $120\text{m}^2$

$$\text{ÁREA ADMINISTRATIVA} = 120\text{m}^2$$

- ❖ **Bodega de Insumos y Herramientas:** destinada para guardar herramientas y equipos necesarios para los operarios, además la limpieza del área administrativa como también los insumos. Incluida en el área de almacenamiento de Residuos Inorgánicos.

$$\text{BODEGA INSUMOS Y HERRAMIENTAS} = 9\text{m}^2$$

- ❖ **La caseta de vigilancia:** se ubicará en la entrada principal a la planta para generar de esta manera mayor seguridad.

$$\text{CASETA DE VIGILANCIA} = 6\text{m}^2$$

- ❖ **Área de Lixiviados:** las paredes deben ser construidas en concreto y repelladas con cemento esmaltado.

La piscina de lixiviado debe tener las siguientes dimensiones:

$$\text{Volumen} = (3.0\text{m} \times 2.0\text{m} \times 0.8) = 4.8\text{m}^3$$

$$\text{ÁREA DE LIXIVIADOS} = 4.8\text{m}^2$$

- ❖ **Almacenamiento de residuos inorgánicos:** Se requiere de una bodega para almacenar estos residuos, para su posterior comercialización.

$$\text{ÁREA DE RESIDUOS INORGÁNICOS} = 10\text{m} \times 12\text{m} = 120\text{m}^2$$

El cuadro 48 resume el total del área necesaria para la construcción de la planta de fertilizantes orgánicos FERTINAR. (Ver anexo K)

**Cuadro 48. Áreas de la planta de fertilizantes orgánicos.**

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	M <sup>2</sup>
Área Total de Compostaje	670.3
Área Recepción – Selección	100
Área Estabilización y secado	32
Área de fermentación para fertilizantes líquidos	100
Área de secado de sedimentos de fertilizantes líquidos	16
Área Almacenamiento – Comercialización	36
Área Lixiviados	6
Área Administración	120
Caseta vigilancia	6
Área almacenamiento de residuos inorgánicos	120
<b>TOTAL ÁREAS</b>	<b>1206.3</b>

De esta manera, se tiene que para la implementación de la planta se requiere un lote con un área mínima de 1206.3m<sup>2</sup>.

## 7.9 INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA

**7.9.1 Pisos:** Se construirá en lozas de concreto simple 1:2:3 de 10cm de espesor; sitio sobre el cual se formarán las pilas de compostaje, área de recepción – selección, área de producción de fertilizante líquido y bodega de almacenamiento entre otros de la planta, estas lozas serán fundidas sobre el suelo bien compactado, el acabado será liso y pulimentado con una pendiente del 3% que permite el escurrido de lixiviados y agua de lavado por las canaletas para tal fin, ubicadas longitudinalmente con el trazado de las lozas. Estas canaletas desaguan en la piscina de recolección de lixiviados.

**7.9.2 Estructura de la cubierta:** La estructura de la cubierta será hecha en madera, protegiendo las bases de las columnas en estructura de cemento, con una altura de 1m.

**7.9.3 Cubierta:** La zona de fermentación y secado será cubierta por láminas de zinc, excepto el área administrativa que llevará techo en eternit.

## 7.10 CAPACIDAD DE LA PLANTA

### 7.10.1 Capacidad de la planta para abono orgánico sólido

**7.10.1.1 Capacidad instalada:** Básicamente está determinada por la cantidad en volumen de materia prima que contendría cada una de las áreas de fermentación, cuando estas se encuentran copadas completamente.

$$\text{N}^{\circ} \text{ de áreas de fermentación} = 16$$

$$\text{Volumen de cada una de las áreas de fermentación} = 12.8\text{m}^3$$

Por lo tanto:

$$16 \times 12.8 = 204.8\text{m}^3/\text{semana}$$

De esta manera, si en la zona de fermentación se depositan semanalmente  $204.8\text{m}^3$ . La zona está siendo utilizada en un 100%

**7.10.1.2 Capacidad utilizada:** La planta arranca con un ingreso semanal de 6.631 Ton/semana, es decir  $25.5\text{m}^3/\text{semana}$ , de aquí que la capacidad utilizada para la planta será:

$$\text{Capacidad Utilizada} = (\text{Capacidad Esperada} / \text{Capacidad Diseñada}) \times 100$$

$$\text{CAP UTILIZADA} = (25.5 / 204.8) \times 100$$

$$\text{CAP UTILIZADA} = 12.45\%$$

Este porcentaje obedece a que en primera instancia, la planta arranca con una producción del 0.36% de la demanda insatisfecha. Teniendo en cuenta además la eficiencia del proceso en un 13%, se determina la capacidad útil de la planta.

### 7.10.1.3 Capacidad útil

$$\text{Capacidad Útil} = \text{Capacidad Diseñada} \times \text{Eficiencia} \times \text{Capacidad Utilizada}$$

$$\text{CAP UTIL} = 204.8 \times 0.13 \times 0.1245$$

$$\text{CAPACIDAD UTIL} = 3.315\%$$

## 7.10.2 Capacidad de la planta para fertilizante líquido

**7.10.2.1 Capacidad instalada:** Esta se determina de acuerdo a la cantidad en volumen de materia prima que contendría cada una de las áreas de fermentación, cuando estas se encuentran copadas completamente.

$$\text{N}^{\circ} \text{ de áreas de fermentación} = 3$$

$$\text{Volumen de cada una de las áreas de fermentación} = 1\text{m}^3$$

Por lo tanto:

$$3 \times 1.0\text{m}^3 = 3\text{m}^3/\text{semana}$$

De esta manera, si en la zona de fermentación se depositan semanalmente  $3\text{m}^3$ . La zona esta siendo utilizada en un 100%

**7.10.2.2 Capacidad utilizada:** La planta arranca con un ingreso semanal de 492L/semana, es decir  $0.492\text{m}^3/\text{semana}$ , de aquí que la capacidad utilizada para la planta será:

$$\text{Capacidad Utilizada} = (\text{Capacidad Esperada} / \text{Capacidad Diseñada}) \times 100$$

$$\text{CAP UTILIZADA} = (0.492 / 3) \times 100$$

$$\text{CAP UTILIZADA} = 16.4\%$$

Este porcentaje obedece a que en primera instancia, la planta arranca con una producción del 34.8% de la demanda insatisfecha. Teniendo en cuenta además la eficiencia del proceso en un 73%, se determina la capacidad útil de la planta.

Se debe tener en cuenta que para efectos de estos cálculos se determinó la densidad del fertilizante líquido, según análisis de laboratorio en  $989.4\text{Kg}/\text{m}^3$ .

## 7.10.2.3 Capacidad útil

$$\text{Capacidad Útil} = \text{Capacidad Diseñada} \times \text{Eficiencia} \times \text{Capacidad Utilizada}$$

$$\text{CAP UTIL} = (3 \times 0.73 \times 0.164) \times 100$$

$$\text{CAPACIDAD UTIL} = 35.92\%$$

## 7.11 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Desde que el hombre adelanta actividades para conseguir una forma de sustento, se ha enfrentado a una serie de fenómenos, elementos o acciones que le pueden producir daños, contra los cuales ha improvisado medidas de control, sin embargo, a medida que nacen nuevos procesos, también son nuevos y diferentes los riesgos a los que se deben enfrentar los trabajadores, aspecto que se agrava con la presencia de algunos riesgos que el afectado no puede identificar con los sentidos y que le pueden incidir en su salud y además tiene un gran potencial de perturbar el funcionamiento normal de la empresa<sup>10</sup>.

**Materia Prima:** Como se trabaja con residuos sólidos domiciliarios, recolectados en el Municipio de Ricaurte para la producción de abonos orgánicos, es necesario conocer los efectos de estos en la salud, sus reacciones y las precauciones a tener en cuenta para un manejo adecuado.

**Proceso:** Cuando los fertilizantes han sido debidamente procesados, el producto final no ofrece mayores riesgos, salvo aquellos que puedan ser originados por elementos inertes corto-punzantes que puedan haber venido con la materia prima inicial debido a una mala clasificación en la fuente, por lo que es recomendable la utilización de guantes anticorte, si se manipula directamente el material. Las mayores precauciones deben tomarse con el material fresco.

Si el material toma contacto con los ojos, lavar abundantemente con agua. Finalmente, no es conveniente, subir sobre las cúspides de pilas activas para tomar temperaturas, o realizar otro tipo de registro. Ya que durante el proceso se producen emanaciones de gases, que por un efecto chimenea tienden a escapar por el lomo de la pila.

Algunos de estos gases en momentos puntuales del proceso se producen en concentraciones que pueden llegar a ser letales, en ambientes cerrados.

**Instalaciones:** Para la construcción de la planta se debe tener en cuenta las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, ambientales y de iluminación que las normas legales exigen.

**Salud Ocupacional:** El programa de salud ocupacional es la planeación, organización, ejecución y evaluación de una serie de actividades de medicina preventiva, medicina de trabajo, higiene y manipulación industrial, tendientes a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones y que pueden ser desarrolladas en sus sitios de trabajo en forma íntegra e interdisciplinaria.

---

<sup>10</sup>PEREZ., Op. Cit., p. 209

## 8. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

Dentro de este estudio, se aborda información importante sin la cual la empresa no podrá funcionar normalmente y dentro del que se deben tener en cuenta los lineamientos ya sean de comportamiento, funcionales y estructurales que marcan las pautas o rutas de acción que se deben seguir para garantizar autoridad, asegurar supervivencia, crecimiento y desarrollo de la empresa.

Por tal razón se conformará una **EMPRESA DE ECONOMÍA MIXTA CON RESPONSABILIDAD LIMITADA**, en la cual los socios responderán hasta el monto de sus portes (Art. 34 CC). Como es una sociedad entre personas que se conocen entre sí y existe confianza recíproca. En Colombia la ley limita al máximo de socios a 25.

La sociedad gira bajo una denominación o razón social, que en ambos casos lleva seguido de la palabra limitada o de su abreviatura Ltda., de no aparecer en los estatutos, se harán responsables a los asociados solidaria e ilimitadamente frente terceros (Art. 357 CC).

### 8.2 TRÁMITE DE CONSTITUCIÓN Y OBTENCIÓN DE PERMISOS

Los diferentes pasos para la constitución de la empresa, deben ser de estricto cumplimiento, si se quiere conformarla de acuerdo a los decretos y reglamentos que dicta la ley.

Los trámites de constitución y licencias necesarias son:

- Minuta de Constitución
- Registro de la Escritura Pública
- Registro Mercantil
- Número de Identificación Tributaria (NIT)

Todas las personas naturales, jurídicas o sociedades de hecho que realicen directa o indirectamente actividades industriales, comerciales o de servicios, deben pagar el impuesto de Industria y Comercio.

La matrícula debe tramitarse ante la Alcaldía Municipal, en la oficina de Rentas de la Secretaria de Hacienda.

- Licencia de Funcionamiento.
- Constancia de SAYCO y ACINPRO
- Constancia de uso del suelo en la oficina de Planeación Municipal.
- Licencia Ambiental ante CORPONARIÑO.
- Registrar ante el ICA. De productor y comercializador de abonos fertilizantes orgánicos.

### **8.1 ESTRUCTURA ORGÁNICA**

La estructura orgánica indica la disposición y orden del personal y los cargos correspondientes, que componen la empresa, reuniéndolos dentro de los escalones jerárquicos.

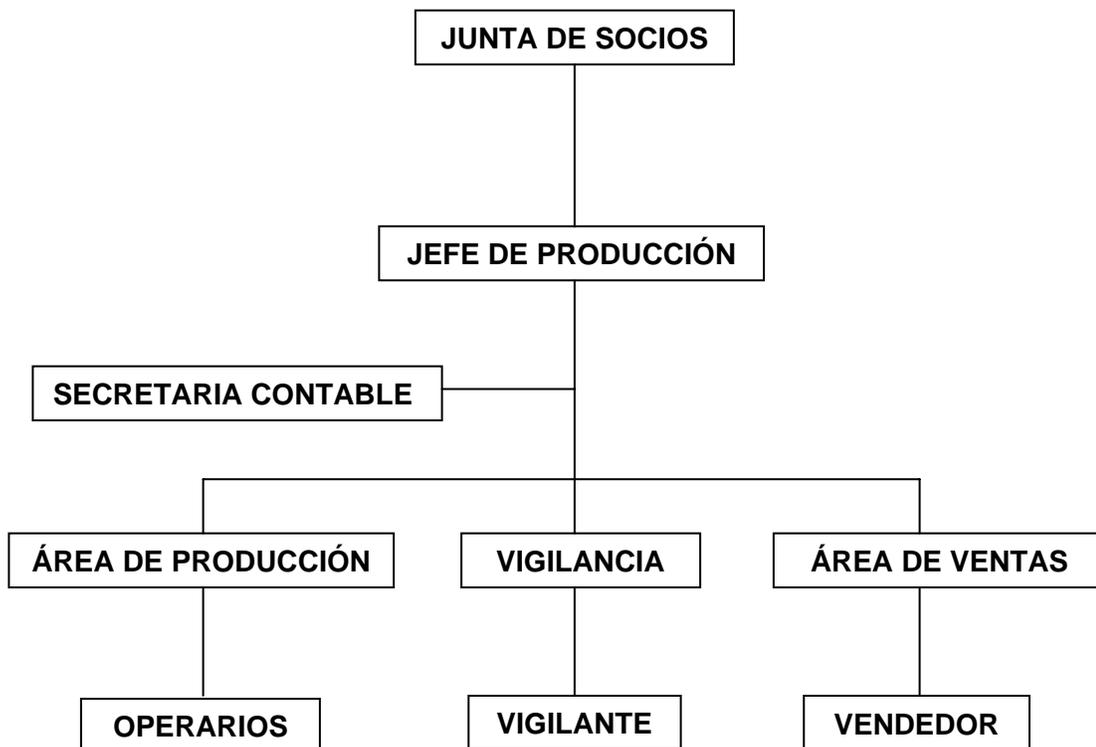
La parte organizativa de la empresa tiene como fundamento las funciones básicas que ayudan a regular las operaciones en forma racional y continua.

La implementación de un organigrama permitirá visualizar la composición de la empresa **FERTINAR Ltda.**, conformada por una Junta de Socios, Gerente, Revisor Fiscal, Secretaria, Vendedor y Celador. El personal que interviene directamente en el proceso productivo: Jefe de Producción y Operarios.

### 8.3 ORGANIGRAMA

En la figura 32 se presenta la estructura básica propuesta para la Empresa FERTINAR Ltda.

Figura 32. Organigrama de la empresa



## 8.4 MANUAL DE FUNCIONES

### JEFE DE PRODUCCIÓN

REQUISITOS: 1) Título de Ingeniero Agroindustrial. 2) Experiencia mínima de un año en el manejo de plantas procesadoras de abonos.

Función General: Controla y coordina las operaciones y los operarios durante el proceso.

Funciones Específicas: 1) Garantizar un óptimo proceso, 2) Controlar la calidad del producto, 3) Buscar el más alto rendimiento de producción, 4) Eliminar demoras en el proceso.

### SECRETARIA CONTABLE

REQUISITOS: 1) Título de bachillerato comercial o académico, con estudios en secretariado, sistemas y contabilidad. 2) Tener tarjeta profesional y experiencia con relación a su trabajo, igual o superior a seis meses.

Función General: Lleva los libros de registros y manejo de la contabilidad de la empresa.

Funciones Específicas: 1) Realiza balances finales de la empresa, 2) relaciona el fuljo de efectivo y 3) Funciones adicionales que se le encomienden.

### OPERARIOS

REQUISITOS: 1) Básica primaria aprobada. 2) con o sin experiencia.

Función General: Desempeño apropiado de su labor para obtener la cantidad y calidad del producto final.

- **Operarios de los residuos inorgánicos (2):** Encargados de la recepción, clasificación, empaque y almacenamiento de los residuos sólidos inorgánicos. Y otras funciones que se le encomienden.
- **Operarios de fertilizantes sólidos y líquidos (2):** Personas encargadas de la recepción, procesamiento de los residuos orgánicos y empaque y almacenamiento de los productos.
- **Vigilante:** Le corresponderá la seguridad de las instalaciones, del material que allí se encuentre y de los equipos y herramientas propiedad de la empresa.

**Perfil:** Ciudadanos oriundos del Municipio de Ricaurte.

## **VENDEDOR**

**REQUISITOS:** 1) Mercado Tecnista, Técnico en Mercadeo o afines, 2) Experiencia mínima de un año.

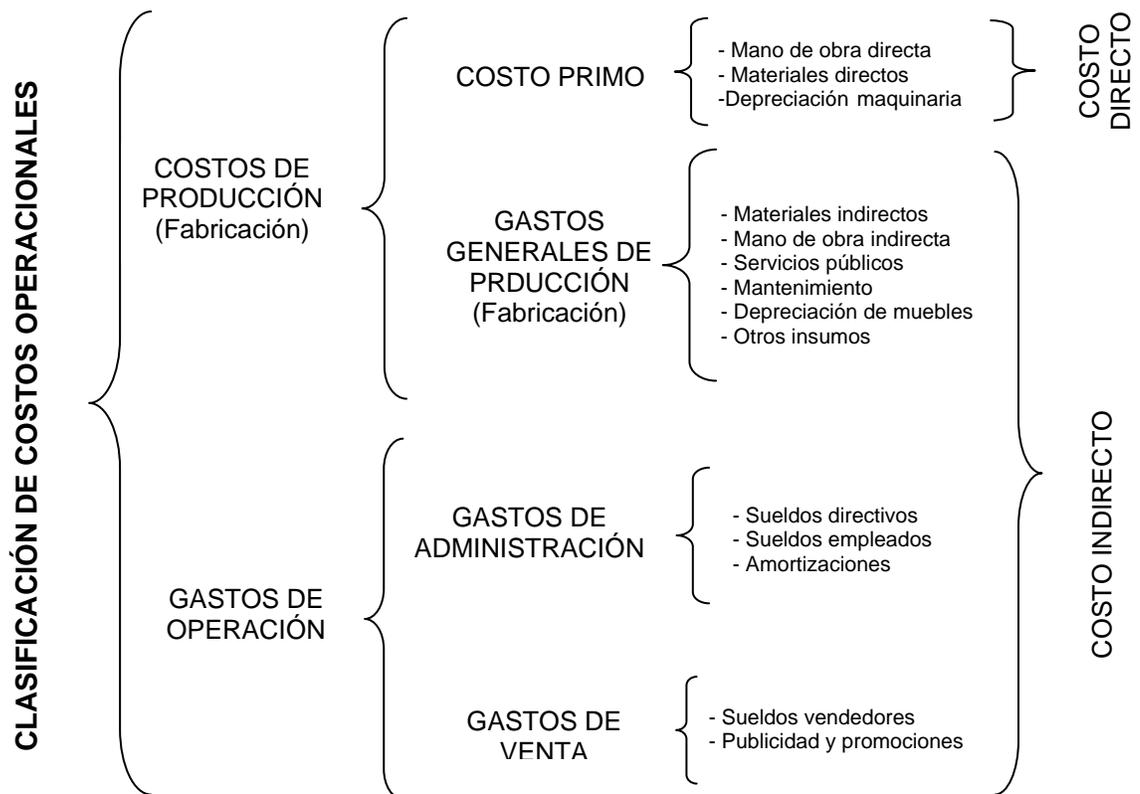
**Función General:** Se encarga de la venta y distribución de los productos.

**Funciones Específicas:** 1) Se encarga de la publicidad, 2) Coordina la distribución a los proveedores.

## 9. ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero permite convertir los elementos del estudio de mercado y técnico a valores monetarios para establecer el monto de los recursos financieros que serán necesarios para la implementación y operación, confrontando los ingresos esperados con los egresos para pronosticar los resultados del proyecto a realizar. La clasificación de los costos de operación se muestra continuación.

### 9.1 CLASIFICACIÓN DE COSTOS OPERACIONALES



### 9.1.1 Costos de producción

Los costos de producción para este proyecto se componen por, costos de mano de obra, materiales directos, materiales indirectos, servicios y depreciaciones.

**Cuadro 49. Costos de mano de obra directa**

CARGO	Nº DE EMPLEADOS	SALARIO MES	REMUNERACIÓN ANUAL	PRESTACIONES (43%)	COSTO ANUAL
Operarios	4	1632000	19584000	0	19584000
Jefe de producción	1	700000	8400000	3612000	12012000
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>2332000</b>	<b>27984000</b>	<b>3612000</b>	<b>31596000</b>

**Cuadro 50. Inversiones fijas**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
Terreno (Ha)	1	10000000	10000000
*Construcción y obras físicas	-		104830260
<b>TOTAL</b>			<b>114830260</b>

\* Ver Anexo L

**Cuadro 51. Inversión en maquinaria y herramientas**

DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA UTIL
Picadora (picapastos)	1	2500000	3000000	10
Carretillas	4	98000	392000	10
Palas	6	8000	48000	10
Rastrillos	4	4500	18000	10
Zaranda Vibratoria	1	12000000	12000000	10
Termómetro de punzón	1	25000	25000	10
PH - meter	1	250000	250000	10
Báscula (500Kg)	1	650000	650000	10
Selladora de empaques	1	800000	800000	10
Plástico negro (m <sup>2</sup> )	500	2500	1250000	-
Tanques plásticos (1000Lt)	5	205000	1025000	10
Tanques plásticos (500Lt)	2	125000	250000	10
Baldes Plásticos (10Lt)	10	10000	100000	10
Tubos PVC (1/2")	2	5500	11000	-
Mezcladores	6	9000	54000	-
Extintores	1	1200000	1200000	5
Filtro	3	50000	150000	-
<b>TOTAL</b>			<b>21223000</b>	

**Cuadro 52. Costos de materiales directos**

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR MENSUAL	TOTAL ANUAL
Residuos sólidos	26522	Kg	0	0	0
Suero	193	Litros	100	19300	231600
Vinaza	151	Litros	500	75500	906000
Roca Fosfórica	94	Kg	300	28200	338400
Cajas para embalaje	164	unid	300	49200	590400
Envases Plásticos (1L)	1967	unid	600	1180200	14162400
Bolsas de polietileno	64	unid	200	12800	153600
Empaques de polipropileno	64	unid	400	25600	307200
Hilo para coser	1	unid	10000	10000	120000
Etiquetas	1967	unid	70	137690	1652280
<b>TOTAL</b>				<b>1538490</b>	<b>18461880</b>

**Cuadro 53. Depreciación de maquinaria y herramientas**

ACTIVOS	VIDA ÚTIL	COSTO ACTIVO	VALOR DEPRECIACIÓN ANUAL					VALOR RESIDUAL
			1	2	3	4	5	
Picadora	10	3000000	300000	300000	300000	300000	300000	1500000
Carretillas	5	392000	78400	78400	78400	78400	78400	0
Palas	5	48000	9600	9600	9600	9600	9600	0
Rastrillos	5	18000	3600	3600	3600	3600	3600	0
Zaranda Vibratoria	5	12000000	2400000	2400000	2400000	2400000	2400000	0
Termómetro de punzón	5	25000	5000	5000	5000	5000	5000	0
PH - meter	10	250000	25000	25000	25000	25000	25000	125000
Báscula (500Kg)	10	650000	65000	65000	65000	65000	65000	325000
Selladora de empaques	10	800000	80000	80000	80000	80000	80000	400000
Tanques plásticos (1000Lt)	10	1025000	102500	102500	102500	102500	102500	512500
Tanques plásticos (500Lt)	10	250000	25000	25000	25000	25000	25000	125000
Baldes Plásticos (10Lt)	5	100000	20000	20000	20000	20000	20000	0
Filtro	5	150000	30000	30000	30000	30000	30000	0
Extintores	5	1200000	240000	240000	240000	240000	240000	0
Construcciones	20	104830260	5241513	5241513	5241513	5241513	5241513	78622695
<b>TOTAL</b>		<b>124738260</b>	<b>8625613</b>	<b>8625613</b>	<b>8625613</b>	<b>8625613</b>	<b>8625613</b>	<b>81610195</b>

## 9.1.2 Gastos generales de Producción

**Cuadro 54. Costos de materiales indirectos**

DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO ANUAL
Elementos de aseo	-	300000	300000
Análisis de Laboratorio	-	500000	500000
Dotación de Personal	4	70000	280000
<b>TOTAL</b>			<b>1080000</b>

**Cuadro 55. Costos de servicios públicos**

SERVICIO	TOTAL MES	TOTAL ANUAL
Energía	30000	360000
Servicio telefónico	70000	840000
Transporte Producto	200000	2400000
<b>TOTAL</b>	<b>300000</b>	<b>3600000</b>

**Cuadro 56. Inversión en muebles y equipo de oficina**

DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL
Computador	1	1700000	1700000	5
Mesa para computador	1	150000	150000	10
Escritorio	2	200000	400000	10
Archivador	1	250000	250000	10
Sillas	6	23000	138000	10
Locker	2	120000	240000	10
Calculadora	2	30000	60000	5
Cosedora, perforadora y otros	1	80000	80000	-
Papelería	1	840000	840000	
<b>TOTAL</b>			<b>3858000</b>	

**Cuadro 57. Depreciación de muebles y equipo de oficina**

ACTIVOS	VIDA ÚTIL	COSTO ACTIVO	VALOR DEPRECIACIÓN ANUAL					VALOR RESIDUAL
			1	2	3	4	5	
Computador	5	1700000	340000	340000	340000	340000	340000	0
Mesa para computador	10	150000	15000	15000	15000	15000	15000	75000
Escritorio	10	400000	40000	40000	40000	40000	40000	200000
Archivador	10	250000	25000	25000	25000	25000	25000	125000
Sillas	5	138000	27600	27600	27600	27600	27600	0
Locker	10	240000	24000	24000	24000	24000	24000	120000
Calculadora	5	60000	12000	12000	12000	12000	12000	0
Cosedora, perforadora y otros	5	80000	16000	16000	16000	16000	16000	0
<b>TOTAL</b>		<b>3018000</b>	<b>499600</b>	<b>499600</b>	<b>499600</b>	<b>499600</b>	<b>499600</b>	<b>520000</b>

**9.1.3 Gastos de Administración**

Los gastos de administración permiten la realización de las operaciones globales de la empresa, provienen de la definición de la estructura organizacional y de los procedimientos administrativos establecidos. Estos gastos tienden a ser fijos al no variar demasiado ante cambios en volúmenes de producción.

**Cuadro 58. Sueldos de empleados**

CARGO	Nº DE EMPLEADOS	SALARIO MES	REMUNERACIÓN ANUAL	PRESTACIONES (43%)	COSTO ANUAL
Secretaria	1	408000	4896000	2105280	7001280
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>408000</b>	<b>4896000</b>	<b>2105280</b>	<b>7001280</b>

**9.1.4 Gastos de ventas**

Son causados por las funciones y actividades tendientes a poner los productos a disposición de los consumidores, por lo tanto incluye los gastos ocasionados por la distribución, publicidad, promoción y venta del bien generado.

**Cuadro 59. Sueldo vendedor**

CARGO	Nº DE EMPLEADOS	SALARIO MES	COSTO ANUAL
Vendedor	1	500000	6000000
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>500000</b>	<b>6000000</b>

### Cuadro 60. Gastos varios de ventas

DETALLE	COSTO TOTAL
Publicidad	1000000
Gastos de distribución	750000
Papelería	400000
<b>TOTAL</b>	<b>2150000</b>

### Cuadro 61. Inversiones diferidas

DETALLE	COSTO TOTAL
Estudio de Factibilidad	1500000
Gastos de constitución	500000
Presupuesto de lanzamiento	800000
Licencias	1500000
<b>TOTAL</b>	<b>6450000</b>

## 9.2 CAPITAL DE TRABAJO

La empresa debe contar con un capital adicional para empezar a funcionar, es decir, con que se va a financiar la primera producción antes de recibir ingresos.

### Cuadro 62. Costos de operación

CONCEPTO	VALOR ANUAL
Mano de obra	38880000
Servicios	3600000
Materia Prima e Insumos	18461880
<b>SUBTOTAL</b>	<b>60941880</b>
Imprevistos 5%	3047094
<b>TOTAL</b>	<b>63988974</b>

$$CT = (\text{Costos de operación} / 365) \times 60$$

$$CT = (63'988.974 / 365) \times 60 = \$ 10'518.735$$

El capital de trabajo para el ciclo de producción con el que se inicia es de **\$10'518.735**, para producir 69 unidades de Abono orgánico sólido.

### 9.3 INGRESOS

Están representados por el dinero recibido por concepto de las ventas de los productos.

**Cuadro 63. Precio de venta**

PRODUCTO	PRESENTACIÓN	COSTO (\$)	PRECIO DE VENTA (\$)
Abono orgánico Sólido	50Kg	11988	12000
Fertilizante Líquido	1L	2751	9000

**Cuadro 64. Ingresos por ventas de fertilizante sólido**

AÑO	UNIDADES A VENDER POR AÑO	PRECIO DE VENTA	VALOR TOTAL
1	770	12000	9234689
2	789	12000	9466880
3	809	12000	9704974
4	829	12000	9948971
5	850	12000	10199230

**Cuadro 65. Ingresos por ventas de fertilizantes líquidos**

AÑO	UNIDADES A VENDER POR AÑO	PRECIO DE VENTA (\$)	VALOR TOTAL (\$)
1	17229	9000	155059159
2	17662	9000	158957865
3	18106	9000	162955690
4	18561	9000	167052635
5	19028	9000	171254707

**Cuadro 66. Distribución de costos por producto.**

COSTO	TOTAL	ABONO ORGÁNICO SÓLIDO			FERTILIZANTES LÍQUIDOS		
		Tasa de distribución	Costo Fijo	Costo Variable	Tasa de distribución	Costo Fijo	Costo Variable
<b>Costos de producción</b>							
Mano de obra directa	27984000	10%	2798400		90%	25185600	
Materiales directos	18461880	4%		738475	96%		17723405
Materiales indirectos	1080000	50%		540000	50%		540000
Depreciación	8625613	20%	1725123		80%	6900490	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>56151493</b>		<b>4523523</b>	<b>1278475</b>		<b>32086090</b>	<b>18263405</b>
<b>Gastos de administración</b>							
Sueldos administrativos	4896000	20%	979200		80%	3916800	
Papelería	840000	40%	336000		60%	504000	
Servicios Públicos	1200000	50%	600000		50%	600000	
Depreciación	499600	20%	99920		80%	399680	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>7435600</b>		<b>2015120</b>			<b>5420480</b>	
<b>Gastos de ventas</b>							
Sueldo a vendedores	6000000	10%	600000		90%	5400000	
Gastos varios de ventas	2150000	20%	430000		80%	1720000	
Transporte	2400000	15%	360000		85%	2040000	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10550000</b>		<b>1390000</b>			<b>9160000</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>74137093</b>		<b>7928643</b>	<b>1278475</b>		<b>46666570</b>	<b>18263405</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>74137093</b>		<b>9207118</b>			<b>64929975</b>	

## 9.4 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Este indica cuando el nivel de los ingresos obtenidos en la empresa se hacen iguales a los costos totales, es decir, donde no se obtengan pérdidas ni ganancias.

Permitiendo orientar la decisión sobre el tamaño inicial y la tecnología a emplear (capacidad instalada), realizar programaciones teniendo en cuenta la capacidad utilizada y redefinir precios o tarifas para hacer factible el proyecto.

### Punto de equilibrio para el abono orgánico sólido

Costo variable unitario	$1'278.475 / 770 = \$ 1660.4$
Costos fijos	7'928.643
Precio de venta	\$ 12.000
Punto de equilibrio	767

### Punto de equilibrio para el fertilizante líquido

Costo variable unitario	$18'263.405 / 17229 = 1060.1$
Costos fijos	46'666.570
Precio de venta	\$ 9.000
Punto de equilibrio	5877

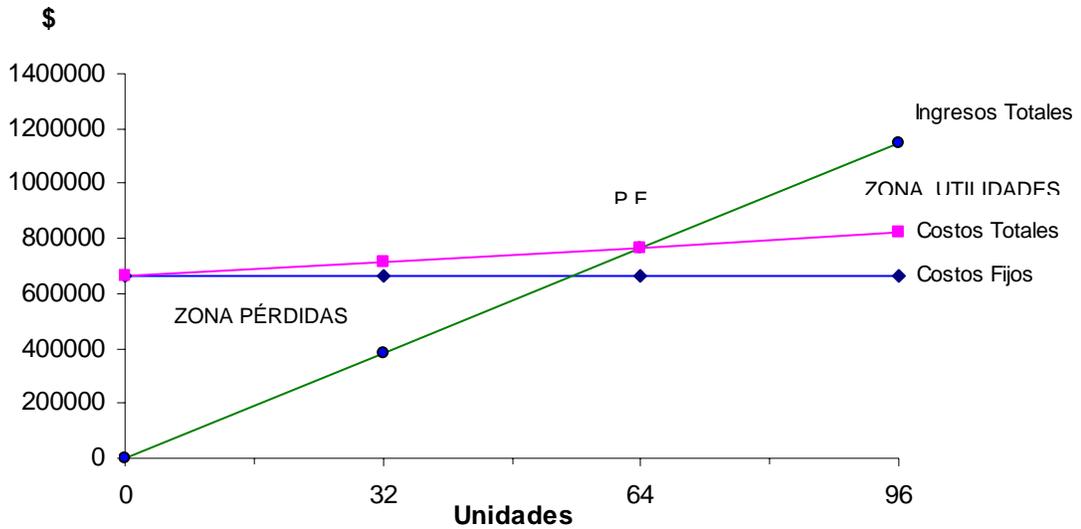
Para alcanzar el punto de equilibrio en el primer mes se tienen que producir y vender 64 unidades de abono orgánico sólido y 490 unidades de fertilizante líquido.

**9.4.1 Método Gráfico:** Gráficamente también se puede llegar a la misma conclusión. Los costos fijos se representan mediante una recta paralela al eje de las abscisas, al no variar para una misma capacidad productiva, en este mismo eje también se puede cuantificar el número de unidades a producir. En el eje de las ordenadas se anotan los valores monetarios correspondientes.

### Cuadro 67. Punto de equilibrio para el abono orgánico sólido

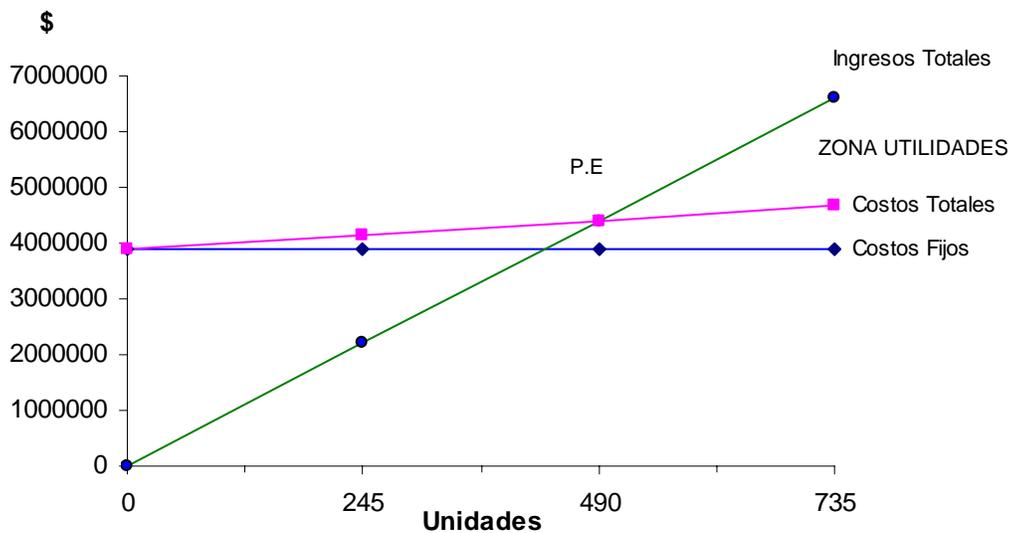
CANTIDAD	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES	COSTOS TOTALES	INGRESOS
0	660720	0	660720	0
32	660720	53085,20039	713805	383445
64	660720	106170,4008	766891	766891
96	660720	159255,6012	819976	1150336

**Figura 33. Determinación gráfica del punto de equilibrio: fertilizante sólido**  
**Cuadro 68. Punto de equilibrio para el fertilizante líquido**



CANTIDAD	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES	COSTOS TOTALES	INGRESOS
0	3888881	0	3888881	0
245	3888881	259599	4148480	2204040
490	3888881	519199	4408080	4408080
735	3888881	778798	4667679	6612120

**Figura 34. Determinación gráfica del punto de equilibrio: fertilizante líquido**



## 9.5 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El financiamiento permite identificar las fuente de recursos financieros que serán necesarios para ejecutar y asegurar la operación normal, así como describir los mecanismos a través de los cuales se logra su aplicación o uso en el proyecto.

Además el estudio de las alternativas de financiamiento existente permitirá formarse una idea clara acerca de la real posibilidad que tiene el proyecto para conseguir los recursos monetarios necesarios.

En encuentros realizados durante la elaboración de este estudio con directivas de la Alcaldía municipal de Ricaurte, quienes son los directos responsables del manejo de los residuos sólidos en el municipio; luego de dar a conocer la alternativa para solucionar este problema, sobre la mala disposición final de los residuos sólidos, se acordó con esta institución gubernamental que el proyecto sería financiado con recursos propios del municipio. Además se conoció que se tiene una parte de la infraestructura necesaria para este fin, la cual se puede adecuar y aprovechar.

## 9.6 EVALUACIÓN FINANCIERA

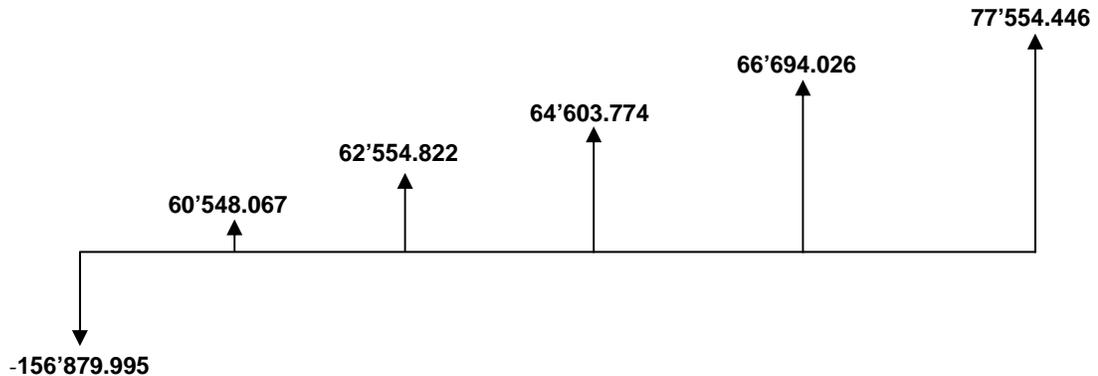
**Cuadro 69. Flujo Neto de efectivo**

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>INVERSIÓN INICIAL</b>						
Activos Fijos	139911260	0	0	0	0	0
Activos Intangibles	6450000	0	0	0	0	0
Capital de Trabajo	10518735	11044672	11596906	12176751	12785589	0
<b>TOTAL INVERSION</b>	<b>156879995</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
(+) INGRESOS						
Ventas Producción	0	164293848,1	168424745	172660664	177001607	181453936,9
Ventas de Activos	0	0				
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>0</b>	<b>164293848,1</b>	<b>168424745</b>	<b>172660664</b>	<b>177001607</b>	<b>181453936,9</b>
(-) EGRESOS						
Costos Fijos de producción		54595213	54595213	54595213	54595213	54595213
Costos Variables de Pdción		19541880	20033228	20537068	21053400	21582981
Costos Totales de Pdción	0	74137093	74628441	75132281	75648613	76178194
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>0</b>	<b>85181765</b>	<b>86225347</b>	<b>87309032</b>	<b>88434202</b>	<b>76178194</b>
UTILIDAD ANTES IMPUES.	0	79112083	82199398	85351632	88567405	105275743
IMPUESTOS (35%)	0	27689229	28769789	29873071	30998592	36846510
UTILIDAD NETA	0	51422853,84	53429608,6	55478561	57568813	68429232,67
DEPRECIACIÓN	0	9125213	9125213	9125213	9125213	9125213
<b>FLUJO NETO EFECTIVO \$</b>	<b>156879995</b>	<b>60548067</b>	<b>62554822</b>	<b>64603774</b>	<b>66694026</b>	<b>77554446</b>

### 9.6.1 Diagrama de flujo neto de efectivo

Se realiza con base en el flujo neto de efectivo (ver cuadro 68), teniendo en cuenta la inversión inicial de \$156'879.995 y el flujo para un periodo de evaluación del proyecto de 5 años.

Figura 35. Diagrama de Flujo Neto de Efectivo



### 9.6.2 Determinación de la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)

Es importante calcular la TMAR para observar el crecimiento de la empresa en términos reales, lo cual significa ganar un rendimiento superior a la inflación, ya que si se tiene uno igual, el dinero no estaría creciendo sino que mantendría su valor adquisitivo.

Por lo tanto, la TMAR se define como:

$$\text{TMAR} = \text{Tasa DTF} + \text{Premio al Riesgo por la inversión}$$

TMAR estimada = 14%

### 9.6.3 Cálculo del Valor Presente Neto (VPN)

Para calcular el VPN es necesario trasladar todas las entradas al año cero, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Donde:

- P = Valor Presente
- F = Valor Futuro
- i = Interés
- n = Periodo de Tiempo

$$\text{VPN} = -156'879.995 + 60'548.067 / (1 + 0.14)^1 + 62'554.822 / (1 + 0.14)^2 + 64'603.774 / (1 + 0.14)^3 + 66'694.026 / (1 + 0.14)^4 + 77'554.446 / (1 + 0.14)^5$$

$$\text{VPN} = 67'739.521$$

**VPN > 0** Por lo tanto la inversión es aceptable

#### 9.6.4 Determinación de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Consiste en encontrar una tasa de interés en la cual los ingresos sean iguales a los egresos en valor presente utilizando el método del tanteo, empleando una serie de valores hasta encontrar el correcto.

$$\text{VPN} = 0 = -156'879.995 + 60'548.067 / (1 + i)^1 + 62'554.822 / (1 + i)^2 + 64'603.774 / (1 + i)^3 + 66'694.026 / (1 + i)^4 + 77'554.446 / (1 + i)^5$$

$$\text{TIR} = 30.11\%$$

Al observar que la TIR > TMAR, el proyecto es aceptable.

#### 9.6.5 Relación Costo / Beneficio

Es el indicador financiero que permite ver el rendimiento de cada peso invertido

#### Cuadro 70. Relación Beneficio – Costo (B/C)

AÑO	INGRESOS	VPI	EGRESOS	VPE
0	0	0	0	0
1	164293848	141632627,6	85181765	73432556
2	168424745	125167022	86225347	64079479
3	172660664	110616380	87309032	55935202
4	177001607	97756411,72	87309032	48220001
5	181453937	86392581	88434202	42104675
<b>TOTAL</b>		<b>561565022</b>		<b>283771913</b>

$$\text{Relación } C / B = \frac{\sum VP\text{Ingresos}}{\sum VP\text{Negresos}}$$

$$\text{Relación } C / B = \frac{561'565.022}{283'771.913} = 2.0 > 1$$

Como la relación Costo / Beneficio es mayor que 1 el proyecto es atractivo. Además por cada peso invertido se genera un valor presente de \$ 2.0 de riqueza adicional en relación con otra inversión que produzca una rentabilidad igual a la tasa de oportunidad.

## **10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

La disposición y tratamiento de los residuos sólidos urbanos actualmente volcados sin control a cielo abierto a la vertiente del río Güiza constituyendo el mismo una agresión permanente al ambiente natural y antrópico.

El proyecto desarrollado considera el tema ambiental y su influencia sobre el entorno. Describiendo cada una de las alternativas que conlleva a distintos niveles de impacto para el ambiente natural (aire, agua, suelo, fauna, vegetación y paisaje) y antrópico (aspectos poblacionales, laborales, actividad económica, higiene y salud), estas frente a la situación actual, que es el volcado a cielo abierto de los residuos, con efectos incontrolables para el ambiente.

### **10.1 MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO**

Se definen los Residuos Sólidos como aquellos materiales generados en las actividades de producción, transformación y consumo que no han alcanzado en el contexto en que son generados, ningún valor económico. La carencia de dicho valor puede ser debida, tanto a no poder ser reutilizados de nuevo, por no existir la tecnología adecuada de recuperación, como por no ser posible la comercialización de los productos generados.

Sin embargo, el gran problema que ha surgido a través de la historia ha sido el de su inadecuada y anticuada recolección y disposición final, de tal manera que los residuos sólidos se han convertido en potenciales contaminantes considerables de fatales consecuencias cuando son amontonados incontrolablemente en cualquier sitio. Por eso mismo, dentro del ámbito de protección y mejora del medio ambiente, con un tratamiento correcto de los residuos sólidos, se intenta eliminar todo riesgo que pueda afectar a la salud de la población y al deterioro progresivo del suelo, del agua, de la atmósfera, de la fauna, de la flora, del paisaje, que se produce cuando los residuos sólidos son vertidos sin control.

En el ámbito nacional, existen Leyes y Decretos que legislan sobre la importancia de conservar el medio ambiente, frente al manejo de los residuos sólidos, además de accionar frente a la salud pública. Sin embargo, es importante resaltar que a nivel municipal existe la posibilidad de legislar a través de acuerdos que impulsarían de mejor forma los programas desarrollados a través de los Planes de Manejo Integral de Residuos Sólidos y que permiten mayor participación de la comunidad y control ciudadano.

## **10.2 FUNDAMENTOS LEGALES SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS**

### **10.2.1 Normas Legislativas**

En las normas legislativas analizadas, se anotan los deberes y derechos que el municipio y sus habitantes están obligados, frente al medio ambiente y el manejo de residuos sólidos.

#### **LEYES**

##### **Ley 9 de 1979**

En esta norma se adopta una concepción tradicional sobre el manejo de los residuos sólidos, basada en el criterio de basura y su almacenamiento. También conocido como Código Sanitario Nacional.

**Art. 8** La descarga de residuos en las aguas deberá ajustarse a las reglamentaciones que establezca el Ministerio de Salud para fuentes receptoras.

**Art. 9** No podrán utilizarse las aguas como sitio de disposición final de residuos sólidos, salvo los casos que autorice el Ministerio de Salud.

**Art. 23.** “No se podrá efectuar en las vías públicas la separación y selección de las basuras.”

**Art. 24.** “Ningún establecimiento podrá almacenar a campo abierto su producción de basuras provenientes de sus instalaciones.”

**Art. 27.** “Las empresas de aseo deberán ejecutar la recolección de las basuras con una frecuencia tal que impida la descomposición en el hogar.”

**Art. 163** No se construirán edificaciones en terrenos rellenados con basuras, que puedan ocasionar problemas higiénico-sanitarios, a menos que estos terrenos se hayan preparado adecuadamente.

##### **Ley 142 de 1994**

Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, entre los cuales se encuentra el aseo, y se dictan otras disposiciones.

## **DECRETOS**

### **Decreto 2811 de 74**

Constituye el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, en donde se establecen parámetros orientadores de la política y la normatividad ambiental referente a los temas: agua, suelo, flora, fauna, aire, manejo de basuras, aguas servidas, sustancias y productos tóxicos.

### **RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y ELEMENTOS AMBIENTALES**

**Art. 3** El presente código regula:

a) El manejo de los recursos naturales renovables, a saber:

1. La atmósfera y el espacio aéreo nacional.
2. Las aguas en cualquiera de sus estados.
3. La tierra, el suelo y el subsuelo.
4. La flora.
5. La fauna.
6. Las fuentes primarias de energía no agotables.
7. Las pendientes topográficas con potencial energético.
8. Los recursos geotérmicos.
9. Los recursos biológicos de las aguas y del suelo y el subsuelo del mar territorial y de la zona económica de dominio continental o insular de la República.
10. Los recursos del paisaje;

b) La defensa del ambiente y de los recursos naturales renovables contra la acción nociva de fenómenos naturales;

Los demás elementos y factores que conforman el ambiente o influyan en él, denominados en este Código elementos ambientales, como:

1. Los residuos, basuras, desechos y desperdicios.
2. El ruido.

3. Las condiciones de vida resultantes de asentamiento humano urbano o rural.
4. Los bienes producidos por el hombre, o cuya producción sea inducida o cultivada por él, en cuanto incidan o puedan incidir sensiblemente en el deterioro ambiental.

## FACTORES QUE DETERIORAN EL AMBIENTE

**Art. 8** Se consideran factores que deterioran el ambiente entre otros:

- a) La contaminación del aire, de las aguas, del suelo y de los demás recursos naturales renovables.

Se entiende por contaminación la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente de los recursos de la Nación o de los particulares.

Se entiende por contaminante cualquier elemento, combinación de elementos, o forma de energía que actual o potencialmente pueda producir alteración ambiental de las precedentemente descritas. La contaminación puede ser física, química o biológica;

- b) La degradación, la erosión y el revenimiento de suelos y tierras;

La alteración perjudicial o antiestética de paisajes naturales;

La acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos y desperdicios;

## REGLAS DE MANEJO

**Art. 34** En el manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios, se observarán las siguientes reglas:

- a) Se utilizarán los mejores métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos, basuras, desperdicios y, en general, de desechos de cualquier clase.

- b) La investigación científica y técnica se fomentará para:

1. Desarrollar los métodos más adecuados para la defensa del ambiente, del hombre y los demás seres vivientes.

2. Reintegrar al proceso natural y económico los desperdicios sólidos, líquidos y gaseosos, provenientes de industrias, actividades domésticas o de núcleos humanos en general.

3. Sustituir la producción o importación de productos de difícil eliminación o reincorporación al proceso productivo.

4. Perfeccionar y desarrollar nuevos métodos para el tratamiento, recolección, depósito y disposición final de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos no susceptibles de nueva utilización, y

c) Se señalarán medios adecuados para eliminar y controlar los focos productores del mal olor.

### PROHIBICIÓN

**Art. 35** Se prohíbe descargar, sin autorización, los residuos, basuras y desperdicios y, en general, desechos que deterioren los suelos o causen daño o molestia a individuos o núcleos humanos.

### PROCESAMIENTO

**Art. 36** Para la disposición o procesamiento final de las basuras se utilizarán, preferiblemente, los medios que permitan:

a) Evitar el deterioro del ambiente y de la salud humana

b) Reutilizar sus componentes

c) Producir nuevos bienes, y

d) Restaurar o mejorar los suelos.

### ADECUACIÓN DE SERVICIOS

**Art. 37** Los municipios deberán organizar servicios adecuados de recolección, transporte y disposición final de basuras.

La prestación de este servicio por personas naturales o jurídicas de derecho privado requerirá autorización ajustada a los requisitos y condiciones que establezca el gobierno.

### OBLIGACIÓN PARA QUIEN LOS PRODUCE

**Art. 38** Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación de

recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándose los medios para cada caso.

## CALIDAD DE AGUA

**Art. 134** Corresponde al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano y, en general, para las demás actividades en que su uso es necesario. Para dichos fines deberá:

- a) Realizar la clasificación de las aguas y fijar su destinación y posibilidades de aprovechamiento mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas. A esta clasificación se someterá toda utilización de aguas;
- b) Señalar y aprobar los métodos técnicos más adecuados para los sistemas de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua para uso público y privado;
- c) Ejercer control sobre personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, para que cumplan las condiciones de recolección, abastecimiento, conducción y calidad de las aguas;
- d) Fijar requisitos para los sistemas de eliminación de excretas y aguas servidas;
- e) Determinar, previo análisis físico, químico y biológico, los casos en que debe prohibirse, condicionarse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos y desperdicios en una fuente receptora

## Decreto 1541 de 1978

### *CONTROL DE VERTIMIENTOS*

**Art. 211** Se prohíbe verter sin tratamiento, residuos, sólidos, líquidos o gaseosos, que puedan contaminar o eutroficar las aguas, causar daño o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna, o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.

El grado de tratamiento para cada tipo de vertimiento dependerá de la destinación de los tramos o cuerpos de aguas, de los efectos para la salud y de las implicaciones ecológicas y económicas.

## Decreto 605 de 1996

Preceptúa sobre las características y calidades de la prestación del servicio de aseo y almacenamiento y presentación de residuo, como recipientes retornables y desechables; características de los vehículos transportadores de basura y los pasos a seguir para el barrido y limpieza de áreas públicas.

## **Decreto 948 de 1995**

**Art. 26** Prohibición de incineración de llantas, baterías y otros elementos que produzcan tóxicos al aire. Queda prohibida la quema abierta, o el uso como combustible en calderas u hornos en procesos industriales, de llantas, baterías, plásticos y otros elementos y desechos que emitan contaminantes tóxicos al aire.

**Art. 27** Incineración de residuos patológicos e industriales. Los incineradores de residuos patológicos e industriales deberán contar obligatoriamente con los sistemas de quemado y posquemado de gases o con los sistemas de control de emisiones que exijan las normas que al efecto expida el Ministerio del Medio Ambiente, sin perjuicio de las normas que expidan las autoridades de salud dentro de la órbita de su competencia.

**Art. 73** Casos que requieren permiso de emisión atmosférica. Requerirá permiso previo de emisión atmosférica la realización de alguna de las siguientes actividades, obras o servicios, públicos o privados:

d) Incineración de residuos sólidos, líquidos o gaseosos

## **RESOLUCIONES**

### **Resolución 605 de 1995**

Reglamenta sobre aspectos relacionados con la prestación del servicio de aseo y se dan lineamientos para el manejo de los residuos sólidos.

## **10.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DEGRADATIVOS EXISTENTES**

En el sitio donde se realiza el volcado de los residuos urbanos, se observa el proceso degradativo del medio natural y antrópico ya que estas basuras caen directamente al río Güiza generando contaminación y malos olores. En el medio natural se genera un alto grado de contaminación de la tierra por salinización, erosión y aporte de lixiviados a las napas subterráneas y el río que lo bordea, contaminación del aire con emanación de olores y gases, alteración topográfica del suelo, alteración de la vegetación nativa con modificación del paisaje. Proliferación de roedores y animales dañinos con efectos negativos en la salud de la población asentada en el entorno.

## **10.4 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

La metodología de evaluación busca determinar el grado de afectación causado al recurso natural o alternado antrópicamente.

En el cuadro 71 se definen los posibles impactos ambientales causados al ambiente en la etapa de operación del presente proyecto y se determinan medidas de prevención, mitigación y control para cada impacto generado.

**Cuadro 71. Fichas guía de manejo ambiental por actividad**

ACTIVIDAD	ETAPA	RECURSO NATURAL	IMPACTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CONTROL
PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y FERTILIZANTES LÍQUIDOS	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	SUELO	Contaminación por lixiviados	Adecuación de drenajes para recolección y conducción de los lixiviados a la piscina destinada para este fin.	Utilización de equipo adecuado para los operarios con el fin de evitar la absorción de olores desagradables.  Realizar estudio para manejo de lixiviados y sedimentos en el proceso de fertilizantes líquidos	Se debe llevar un control del proceso en cuanto a determinación de DBO y DQO.
		AIRE	Emisión de olores por descomposición de residuos.			
		AGUA	NO GENERA IMPACTO			
		FLORA Y FAUNA	NO GENERA IMPACTO			
		SOCIAL	NO GENERA IMPACTO	Sistema de aireación a la piscina de lixiviados  Reducir el tiempo de permanencia de los residuos en esta etapa con el fin de que empiece el proceso de descomposición.		
	CLASIFICACION	SUELO	Contaminación por lixiviados	Se requiere del montaje de canaletas para la recolección de lixiviados.	Realizar esta operación en el menor tiempo posible con el fin de evitar la descomposición de los residuos.  Utilización de herramientas adecuadas para la manipulación de los residuos.	Controles médicos periódicos a los operarios para verificar el estado de salud de los mismos.
		AIRE	Emisión de gases y olores			
		AGUA	NO GENERA IMPACTO			
		FLORA Y FAUNA	NO GENERA IMPACTO			
		SOCIAL	Exposición de los operarios a enfermedades por contacto directo con los residuos orgánicos.			
	ETAPA DE FERMENTACION	SUELO	Contaminación por lixiviados	Sistemas de drenaje para recolección de lixiviados.	Utilización de herramientas y equipo adecuado para manipulación de los residuos.  Implementar un plan de manejo de plagas.	Controles médicos periódicos a los operarios para verificar el estado de salud de los mismos.  Implementación de cercas vivas sobre el área de compostaje.  Realizar diferentes controles de plagas (físico y químico)
		AIRE	Emisión de gases en la fermentación			
		AGUA	Contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea por lixiviados.			
		FLORA Y FAUNA	Dstrucción de microorganismos del suelo por lixiviados.			
		SOCIAL	Exposición de los operarios a los gases emitidos en el momento de los volteos. Proliferación de plagas.			

ACTIVIDAD	ETAPA	RECURSO NATURAL	IMPACTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE CONTROL	
PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y FERTILIZANTES LIQUIDOS	ESTABILIZACIÓN Y SECADO	SUELO	NO GENERA IMPACTO	Utilización de herramientas y equipo adecuado para manipulación del compost.			
		AIRE	Emisión de gases.				
		AGUA	NO GENERA IMPACTO				
		FLORA Y FAUNA	NO GENERA IMPACTO				
		SOCIAL	NO GENERA IMPACTO				
	TAMIZADO Y PESAJE	SUELO	NO GENERA IMPACTO	Contaminación atmosférica por partículas en suspensión en la etapa de tamizaje.		Se debe realizar el tamizado mecánicamente	Controles médicos a los operarios que manejan este equipo
		AIRE	Contaminación atmosférica por partículas en suspensión en la etapa de tamizaje.				
		AGUA	NO GENERA IMPACTO				
		FLORA Y FAUNA	NO GENERA IMPACTO				
		SOCIAL	Exposición de los operarios al polvo producido en el tamizado.				
	EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	SUELO	NO GENERA IMPACTO	NO GENERA IMPACTO			
		AIRE	NO GENERA IMPACTO				
		AGUA	NO GENERA IMPACTO				
		FLORA Y FAUNA	NO GENERA IMPACTO				
		SOCIAL	Generación de empleo				
	FERTILIZANTES LIQUIDOS	SUELO	Contaminación por lavado de recipientes.	Contaminación por lavado de recipientes.	Recolección del agua de lavado en un tanque colector para ser tratada de manera que no genere contaminación.		
		AIRE	Generación de gases en el proceso fermentativo.				
		AGUA	Contaminación por lavado de recipientes				
		FLORA Y FAUNA	NO GENERA IMPACTO				
		SOCIAL	Generación de empleo				
				Utilización de herramientas y equipo adecuado para la manipulación.			

## **10.5 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL**

De los impactos ambientales considerados en el cuadro 70 se puede concluir que:

- El aspecto socioeconómico generado por la construcción y montaje de la planta de fertilizantes se afecta positivamente ya que este impulsa el desarrollo de la región con el aumento de la población económicamente activa, incrementando la mano de obra directa e indirecta y por consiguiente el mejoramiento de la calidad de vida de la población en la zona de influencia del proyecto.
- Los fertilizantes obtenidos en el proceso en conjunto con el material inorgánico clasificado previamente serán destinados a la comercialización

## CONCLUSIONES

En la actualidad, el municipio de Ricaurte, no cuenta con un sitio adecuado para la disposición final de los residuos sólidos procedentes de la recolección en la cabecera municipal y veredas vecinas. Motivo por el cual se está generando un gran impacto y deterioro al ambiente, al ser dispuestos finalmente estos residuos a orillas del río Güiza.

De acuerdo al seguimiento de la generación de residuos sólidos orgánicos en el municipio de Ricaurte, se observa que existe suficiente materia prima que garantice el suministro de esta para el proceso productivo.

La producción de residuos sólidos orgánicos en la cabecera municipal y veredas aledañas del municipio de Ricaurte, es de aproximadamente 26.522 Toneladas/mes; garantizando de esta forma la disponibilidad de materia prima para llevar a cabo la producción de fertilizantes.

Los residuos sólidos del municipio de Ricaurte, contiene un 61.65% de materia orgánica; generados en el sector residencial y comercial de la zona.

Por las condiciones climáticas de la zona, se optó por la construcción del área de compostaje en invernadero, que garantiza las condiciones óptimas de temperatura en el proceso.

En el proceso productivo es necesario realizar monitoreos permanentes para llevar control de los parámetros fisicoquímicos, que garanticen la calidad de los fertilizantes producidos.

Los productos elaborados por Fertilizantes Orgánicos de Nariño Ltda. (FERTINAR). Se cataloga como abono orgánico para el sólido y fertilizante orgánico mineral líquido, de acuerdo a los requerimientos establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 5167, basados en los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio del producto final.

Según el estudio técnico se determinó la viabilidad de la producción de un abono orgánico sólido con las siguientes características (Material Orgánico 45%, Humedad 23%, Carbono 16%, Nitrógeno 1.64%, Fósforo 0.74%, Potasio 1.0% y un fertilizante orgánico mineral líquido con las siguientes características Carbono orgánico oxidable 24.7g/l Nitrógeno total 2.94g/l, nitrógeno amoniacal 1.35g/l, nitrógeno nítrico 16.3g/l, Fósforo 10.9g/l, potasio 7.52g/l, Calcio 108.3g/l, Magnesio

59.2g/l elaborados a partir de los residuos sólidos orgánicos, recolectados en la cabecera municipal de Ricaurte.

Según el análisis experimental realizado por Hernández V el abono orgánico sólido se obtiene en un periodo de 7 semanas, y el fertilizante orgánico mineral líquido se obtiene a los 15 días de fermentación anaerobia con vinaza a partir del anterior, de acuerdo a la experimentación hecha en este trabajo.

Además para los diseños experimentales realizados para el fertilizante líquido se obtuvo los mejores resultados, optimización del proceso y estabilización del producto al trabajar con fermentación anaerobia con vinaza.

Según el balance de materia realizado en el proceso experimental se obtuvo un rendimiento del 13 % y 73% para el fertilizante orgánico sólido y fertilizante orgánico mineral líquido respectivamente.

El diseño de la planta se basa en los volúmenes de producción, densidad y tiempo de fermentación de la materia prima para los dos productos.

Inicialmente la planta de compostaje cubrirá el 0.36% de la demanda insatisfecha para abono orgánico sólido y 34.8% de la demanda insatisfecha para fertilizante líquido, por lo tanto durante el primer año de funcionamiento se obtendrán 3.21Tn/mes de abono sólido y 1436 litros/mes de fertilizante líquido.

De acuerdo al sondeo de mercado mediante las encuestas realizadas se pudo determinar una amplia disposición a la compra de los productos generados en el desarrollo de este proyecto como son el abono orgánico sólido y el fertilizante orgánico mineral líquido.

Con la producción de fertilizante orgánico mineral líquido se logra un mayor valor agregado para el abono sólido, teniendo en cuenta la intención de los productores de adquirir productos de fácil aplicación. Logrando de esta manera una mayor rentabilidad del proyecto, para alcanzar su sostenibilidad económica.

La empresa Fertilizantes Orgánicos de Nariño Ltda. Es de baja inversión, con bajos costos operacionales, que se incrementarán a medida que la planta crezca operacional y financieramente.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación financiera, se observa que el Valor Presente Neto en el proyecto es mayor que Cero y la Tasa Interna de Retorno es mayor que la Tasa Mínima Atractiva de Retorno; se concluye entonces que el proyecto es factible. Esto se confirma con la relación Beneficio/costo mayor que 1, asegurando la autosostenibilidad del mismo. En síntesis la propuesta amerita la inversión por ser un proyecto de tipo ambiental y que pretende solucionar un problema latente en la región.

El estudio se constituye en un proyecto económico ambiental que minimiza la problemática derivada por la mala disposición de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Ricaurte, por lo cual el impacto ambiental es positivo debido a que disminuye la contaminación ambiental y específicamente la del río Güiza. Constituyéndose la producción de fertilizantes orgánicos en una alternativa de conservación del medio ambiente.

Si se tiene en cuenta, que más del 80% de la composición física de los residuos sólidos orgánicos es agua. Al dejar de depositar estos materiales al río Güiza se disminuye sustancialmente la contaminación de las aguas superficiales, así como también la generación de vectores y malos olores por la descomposición de estos desechos.

El impacto social causado es positivo ya que aporta ventajas en el crecimiento y el desarrollo, en la zona de influencia del proyecto, debido a la generación de empleo directo e indirecto.

Existen entidades oficiales, como la Alcaldía Municipal de Ricaurte, que pueden cofinanciar el proyecto contribuyendo a solucionar la problemática ambiental que se presenta en el municipio.

## RECOMENDACIONES

Realizar un seguimiento agronómico a los fertilizantes, con el fin de determinar su eficacia tanto en el cultivo objeto del estudio de mercado de este proyecto, así como para otros cultivos, con el fin de abarcar nuevos segmentos de mercado.

Establecer campañas de educación ambiental a los usuarios potenciales de los fertilizantes, incentivando a los agricultores para que hagan uso de productos orgánicos, y así recuperar los suelos, aumentar su productividad y obtener productos netamente orgánicos, en el marco de los mercados verdes.

Promover y formular planes de capacitación a la comunidad, con el fin de lograr la separación en la fuente de los residuos sólidos recolectados.

Es indispensable realizar un análisis fitopatológico, en la determinación de Hongos y Nematodos, para determinar la calidad de los fertilizantes en su aplicación a cultivos.

Realizar estudios de eficiencia agronómica con el fin de determinar la dosificación adecuada de los fertilizantes; de acuerdo al cultivo y al suelo que se aplique, previo análisis de suelos.

Realizar investigación, seguimiento y análisis periódicos de los lixiviados producidos.

Realizar a los sedimentos obtenidos de la producción de fertilizantes líquidos los respectivos análisis de laboratorio con el objetivo de formular un tipo de acondicionador de suelo de acuerdo a las normas vigentes y lograr así un ingreso adicional para la empresa.

Establecer alianzas estratégicas con organizaciones dedicadas a la actividad agrícola, que permita asegurar la comercialización de los productos.

Establecer un plan de manejo ambiental en la planta de fertilizantes.

## BIBLIOGRAFÍA

ALCALDIA DE RICAURTE., Diagnostico para el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), Municipio de Ricaurte, 2006.

BOX, G. E; HUNTER, W. G. and HUNTER, J. S. Statistics for experimenters: an introduction to model design data analysis and model building. New York: John Wiley & Sons, 1978, p. 510.

CERVANTES F., Miguel; Tratamientos Fitosanitarios Agua-Aire, [Artículo de Internet] [http://www.infoagro.com/abonos\\_organicos](http://www.infoagro.com/abonos_organicos) > [Consulta: marzo de 2005].

CONTRERAS., B. Marco Elías, Formulación y evaluación de proyectos, Santa Fe de Bogota D.C. 1999 (UNAD).

CORPOAMAZONIA - Municipio de Sibundoy, Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos de los Municipios de Santiago, Colon, Sibundoy y San Francisco, Departamento del Putumayo, Convenio Interadministrativo N°. 048 de 2001, Julio de 2002.

CORPORACION PROEXANT, Elaboración, Uso Y Manejo De Los Abonos Orgánicos. [Artículo de Internet]: [www.proexant.org.ec/Abonos\\_Org.html](http://www.proexant.org.ec/Abonos_Org.html); Quito, Feb. 2001 > [Consulta: septiembre 12 de 2005].

ECO-AGRO Elaboración de biofertilizantes. [Artículo de Internet] <http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgiAction=View&Article=5&Type=A> > [Consulta: Septiembre de 2005].

EL PORTAL AGRÍCOLA, Elaboración de Biofertilizantes. Fórmula: eco-agro ¡un paso mas. . !. [Artículo de Internet]: [www.AgroNet.com.mx/](http://www.AgroNet.com.mx/) México, Mayo. 27 de 2005 > [Consulta: septiembre 11 de 2005].

GÓMEZ., Z. Jairo, Abonos orgánicos, impreso en Feriva S.A., Santiago de Cali Mayo de 2000.

GUTIERREZ, Humberto y ZALAZAR, Román. Análisis y diseño de experimentos. México: Mc Graw Hill, 2003. p. 430

HERNANDEZ., G. Orlando; Plan de desarrollo municipio de Ricaurte. 2003-2006.

HERNÁNDEZ, O, Verónica, Análisis y selección de una alternativa para la producción de bioabono a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en la plaza de mercado del casco urbano del municipio de Ricaurte – Nariño, Universidad Mariana, Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Pasto, 2006

ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1927, Fertilizantes y acondicionadores de suelo. Definiciones, clasificación y fuentes de materias primas, Editado por ICONTEC, Bogotá D.C., 2001.

ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 40, Fertilizantes y acondicionadores de Suelos. Etiquetado, Editado por ICONTEC, Bogotá D.C., 2003.

ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5167 Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas del suelo. Editado por ICONTEC, Bogotá D.C., 2004

MUÑOZ., T. José Sélimo, Compostaje en pescador, Cauca: Tecnología apropiada para el manejo de residuos orgánicos y su contribución a los problemas medio ambientales. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2005. Pág. 9.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Manual para la Elaboración de Compost. Bases Conceptuales y Procedimientos. Uruguay. 1999.

PEREZ., Luís A; ROJAS., Alba; YEPEZ., Darío L Estudio de Factibilidad para el Montaje de una Empresa Productora de Abono Orgánico en el Municipio de Ipiales Departamento de Nariño Colombia, 2003. Tesis (Pregrado Ingeniería Agroindustrial). Universidad de Nariño.

RESTREPO., R. Jairo, Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare; Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura, San José de Costa Rica, Julio de 2001.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA DEPARTAMENTAL. Consolidado Agropecuario. 2002

STATGRAPHICS PLUS 5.0. (CD-ROM). Copyright by statistical graphics corporation. Programa estadístico 2000.

SZTERN Daniel. PRAVIA Miguel. Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos. [Artículo de Internet] <http://www.ops.org.uy/pdf/compost.pdf> > [Consulta: 30 de abril de 2005].

UNIVERSIDAD MARIANA. Conozcamos Nariño [Artículo de Internet] <http://www.umariana.edu.co/Ricaurte.htm>. > [Consulta: marzo de 2005].

**ANEXOS**

## ANEXO A

### ETIQUETA PARA EL ABONO ORGÁNICO SÓLIDO



ABONO ORGÁNICO PARA APLICACIÓN AL SUELO

USO AGRÍCOLA

REGISTRO DE VENTA ICA No.  
A NOMBRE DE FERTINAR LTDA.

**COMPOSICIÓN GARANTIZADA**

	<b>P/P</b>
Nitrógeno Total %	1.64
Fósforo %	0.74
Potasio %	1.0
Materia Orgánica %	45
Relación C/N	15.7
Humedad %	23

FUENTE: RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

“La venta y aplicación de este producto debe hacerse por recomendación de un ingeniero agrónomo, con base en análisis de suelos o tejido foliar”

PESO NETO: 50 Kilos  
LOTE N°:

FORMULADO EN COLOMBIA POR:



FERTILIZANTES ORGÁNICOS DE NARIÑO. LTDA  
RICAURTE NARIÑO, COLOMBIA

EL PALMAR Kilómetro 7 Vía a Tumaco.  
TEL:

## ANEXO B

### ETIQUETA PARA EL FERTILIZANTE ORGÁNICO MINERAL LÍQUIDO



FERTILIZANTE ORGÁNICO-MINERAL PARA APLICACIÓN FOLIAR Y AL SUELO  
*SUSPENSION LIQUIDA*  
USO AGRÍCOLA  
REGISTRO DE VENTA ICA No.  
A NOMBRE DE FERTINAR LTDA.

COMPOSICION GARANTIZADA	P/V
Nitrógeno Total g/l	2.94
Nitrógeno Nítrico (NO <sub>3</sub> ) g/l	1.35
Nitrógeno amoniacal (NH <sub>4</sub> ) g/l	16.3
Fósforo g/l	10.9
Potasio g/l	7.52
Calcio g/l	108.3
Magnesio g/l	59.2
Zinc (ppm)	10500
pH	4.33
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0.9894
Conductividad eléctrica ms/cm	29.4
Carbono orgánico oxidable total g/l	24.7
Sólidos suspendidos Totales %	1.849

“La venta y aplicación de este producto debe hacerse por recomendación de un ingeniero agrónomo, con base en análisis de suelos o tejido foliar”

FORMULADO EN COLOMBIA POR:



FERTILIZANTES ORGÁNICOS  
DE NARIÑO. LTDA  
RICAURTE NARIÑO, COLOMBIA

CONTENIDO NETO: 1 LITRO  
LOTE N°:

FECHA FORMULACIÓN:  
FECHA VENCIMIENTO:

EL PALMAR Kilómetro 7 Vía a Tumaco.  
TEL:

## ANEXO C

### ENCUESTA DIRIGIDA A COMERCIALIZADORES DE ABONOS ORGÁNICOS NARIÑO

#### UNIVERSIDAD DE NARIÑO FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**OBJETIVO:** Determinar la oferta de abonos orgánicos y químicos en los municipios de mayor producción de papa en Nariño

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Donde adquiere los abonos?

Directamente con la empresa productora \_\_\_\_\_

Por intermedio de promotores de las empresas \_\_\_\_\_

2. De la siguiente lista de fertilizantes químicos cuales ofrece en su punto de venta

MARCA	PRESENTACIÓN	PRECIO	CANT. VEN. / MES.
ABOCOL	10 – 30 – 10		
	15 – 15 – 15		
	10 – 20 – 20		
	12 – 24 – 12		
NUTRIMON	13 – 26 – 6		
	15 – 15 – 15		
	10 – 30 – 10		
	13 – 26 – 10 – 3		
	10 – 20 – 20		
	18 – 18 – 18		
	12 – 34 – 12		
ECOFERTIL	10 – 20 – 30		
	12 – 34 – 12		
	12 – 25 – 14 Siembra		
	13 – 14 – 25 Aporque		
	10 – 30 – 10		
	13 – 26 – 6 Papero		
	15 – 15 – 15		
	18 – 18 – 18		

	KCL		
YARA	15 – 15 – 15		
	17 – 6 – 18		
	10 – 20 – 30		
FERTIZA			
HIDRO			

3. De la siguiente lista de abonos orgánicos cuales ofrece en su punto de venta

MARCA	PRESENTACIÓN	PRECIO	CANT. / MES.
APROBORCA			
FOGA			
INZA			
REINA			
EL SOL			
EL CEDRO			
FOR			
CAMPO VERDE			
AVIABONO			
GALLINAZA			

4. De la siguiente lista de abonos orgánicos líquidos cuales ofrece en su punto de venta

MARCA	PRESENTACIÓN	PRECIO	CANT. / MES.
Humita 15			
Humus Alfa			
Globafol			
Humus San Rafael			
Carbovit			
Fertil (Bacterias para el suelo)			
Sepuhu Amin			
Amincrop			
Agrofast			
Formador 2000			

5. ¿Cual es la forma de compra?

- a. Crédito \_\_\_\_\_ Plazo \_\_\_\_\_  
b. Contado \_\_\_\_\_

c. Otra? \_\_\_\_\_ Cuál? \_\_\_\_\_

6. ¿En que época del año obtiene mayor y menor venta?

<b>ÉPOCA</b>	<b>Mayor venta</b>	<b>Menor venta</b>
Entre Enero y Marzo		
Entre Abril y Junio		
Entre Julio y Septiembre		
Entre Octubre y Diciembre		

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## ANEXO D

### ENCUESTA DIRIGIDA A PRODUCTORES DE ABONOS ORGÁNICOS EN NARIÑO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**OBJETIVO:** Determinar la producción de abonos orgánicos en el municipio de Pasto.

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuál es portafolio de productos y presentaciones que ofrece su empresa?

MARCA Y REFERENCIA	CANTIDAD PROMEDIO / MES	PRECIO PROMEDIO / UND

2. ¿Qué procesos de acondicionamiento aplica para la obtención de abonos orgánicos?

---

---

---

3. ¿A quien vende el producto?

- Consumidor \_\_\_\_\_
- Punto de venta \_\_\_\_\_
- Distribuidor mayorista \_\_\_\_\_
- Otro \_\_\_\_\_ Cuál? \_\_\_\_\_

4. ¿Qué sistemas de mercadeo aplica para vender sus productos?

- Visitas \_\_\_\_\_
- Promociones \_\_\_\_\_
- Demostraciones \_\_\_\_\_
- Otra \_\_\_\_\_ Cuál? \_\_\_\_\_

5. ¿En que época del año obtiene mayor y menor venta?

<b>ÉPOCA</b>	<b>Mayor venta</b>	<b>Menor venta</b>
Entre Enero y Marzo		
Entre Abril y Junio		
Entre Julio y Septiembre		
Entre Octubre y Diciembre		

6. ¿Cuál ha sido su principal inconveniente al momento de crecer en ventas?

---

---

7. ¿Cuánto tiempo lleva de constituida la empresa? \_\_\_\_\_

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## ANEXO E

### ENCUESTA DIRIGIDA A CONSUMIDORES DE ABONO ORGÁNICO EN NARIÑO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**OBJETIVO:** Determinar la demanda de abonos en los municipios de mayor producción de papa en Nariño

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

1. ¿Que tipo de abono orgánico ó químico utiliza para la fertilización de sus cultivos?

MARCA	SIEMBRA	REABONO	CANTIDAD	DONDE COMPRA	PRECIO

2. La forma de pago es

- Crédito \_\_\_\_\_
- Contado \_\_\_\_\_
- Otra \_\_\_\_\_ Cuál? \_\_\_\_\_

3. ¿Conoce las ventajas de la utilización de Abono Orgánico?

- NO \_\_\_\_\_
- SI \_\_\_\_\_

4. ¿Que aspectos considera prioritarios al momento de adquirir Abono Orgánico?

- Marca \_\_\_\_\_
- Precio \_\_\_\_\_
- Calidad \_\_\_\_\_
- Presentación \_\_\_\_\_
- Empaque \_\_\_\_\_

Cuáles?

---

---

5. Estaría dispuesto a comprar un abono orgánico hecho a partir de residuos orgánicos domiciliarios.

- SI \_\_\_\_\_
- NO \_\_\_\_\_

¿Por que?

---

---

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## ANEXO F

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA MATERIA ORGÁNICA APROVECHABLE.



UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
SECCION DE LABORATORIOS

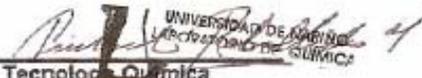


#### LABORATORIO DE QUIMICA

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312395 Ext. 222 - 256

Fecha: Enero 24 del 2008 Analisis No. LAQ-05-500  
Solicitante Veronica Hernandez Direccion \_\_\_\_\_  
Tipo de Muestra Residuos Sólidos  
Analisis Solicitado Quimico Porcentual  
Sitio de Muestreo: Plaza de Mercado.- Municipio Ricaurte  
Fecha de muestreo:(Solicitud de análisis) Diciembre 6 del 2005  
Responsable de muestreo: Verónica Hernandez

PARAMETRO	RESULTADOS
pH	4.47
Densidad g/cc	0.28
Humedad %	82.50
Materia seca %	17.50
Cenizas %	7.90
Materia Orgánica %	65.34
Carbono %	37.9
Nitrógeno %	1.54
Fósforo %	0.11
Potasio %	27.00
Calcio %	0.48
Magnesio %	0.14
Manganeso ppm	28
Hierro %	0.41
Cobre ppm	10
Zinc ppm	36

  
UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
SECCION DE LABORATORIOS DE QUIMICA  
Tecnología Química  
TÉCNICO  
P. # 1009 C.M.E.

**Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia**

Ciudad Universitaria- Torobajo - Telefonos 7318850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

## ANEXO G

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE pH

VALOR DE pH	EQUIVALENCIA pH
1	7
2	6
3	5
4	4
5	3
6	2
7	1

## ANEXO H

### PARÁMETROS PARA FERTILIZANTES LÍQUIDOS NTC 5167

PROYECTO DE  
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5167 (Primera actualización) DE 073/04

Tabla 1. (Continuación)

Fertilizantes o abonos orgánico-minerales															
Clasificación del producto	Indicaciones relacionadas con la obtención y los componentes principales	Parámetros a caracterizar	Parámetros a garantizar												
1	2	3	4												
Abono orgánico mineral líquido	Producto líquido obtenido por adición de agua a un abono orgánico, orgánico mineral sólido o mezcla de los anteriores, con posterior extracción al que puede o no, añadirse un fertilizante mineral y que cumple con los parámetros que se indican.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólidos suspendidos máximo 4 %</li> <li>• Contenido de Carbono Orgánico Oxidable total mínimo 20 g/l</li> <li>• N total+ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O, mínimo 40 g/l</li> <li>• Riqueza máxima potasio 50 g/l de K<sub>2</sub>O</li> <li>• CaO y MgO reportar en g/l</li> <li>• Elementos menores, reportar en g/l</li> <li>• Contenido de sodio, reportar</li> <li>• Densidad, reportar</li> <li>• pH, reportar</li> <li>• Conductividad eléctrica, reportar</li> </ul> <p>Limites máximos en mg/l (ppm) de metales pesados (sólo para productos de mezcla con residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales o residuos sólidos urbanos separados en la fuente):</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Arsénico (As)</td><td style="text-align: right;">15,0</td></tr> <tr><td>Cadmio (Cd)</td><td style="text-align: right;">0,7</td></tr> <tr><td>Cromo (Cr)</td><td style="text-align: right;">70,0</td></tr> <tr><td>Mercurio (Hg)</td><td style="text-align: right;">1,0</td></tr> <tr><td>Níquel (Ni)</td><td style="text-align: right;">25,0</td></tr> <tr><td>Plomo (Pb)</td><td style="text-align: right;">140</td></tr> </table> <p>Se indicará la materia prima de la que procede el producto</p>	Arsénico (As)	15,0	Cadmio (Cd)	0,7	Cromo (Cr)	70,0	Mercurio (Hg)	1,0	Níquel (Ni)	25,0	Plomo (Pb)	140	<p>Sólidos suspendidos (%)</p> <p>Contenido de carbono orgánico oxidable total (g/l)</p> <p>Contenido total de nitrógeno (g/l Nt)</p> <p>El nitrógeno se expresará en forma orgánica y mineral N org N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></p> <p>Contenido de Potasio (g/l K<sub>2</sub>O)</p> <p>Contenido de Fósforo (g/l P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</p> <p>Contenido de metales pesados (mg/l)(ppm)</p>
Arsénico (As)	15,0														
Cadmio (Cd)	0,7														
Cromo (Cr)	70,0														
Mercurio (Hg)	1,0														
Níquel (Ni)	25,0														
Plomo (Pb)	140														

## ANEXO I

### ANÁLISIS DE LABORATORIO PARA EL FERTILIZANTE LÍQUIDO



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SECCION DE LABORATORIOS**



**LABORATORIO DE QUIMICA**

Telefono: 7311449 - 7312288 - 7312896 Ext. 222 - 266

Fecha: Septiembre 6 del 2006	Analisis No. LAQ-06-415
Solicitante Avaro Oliva - Pablo Patiño	NIT. C.C X N° 87.551.752
Direccion	Tel.
Tipo de muestra	Abono Orgánico Mineral Liquido
Analisis Solicitado	Determinación Químico Porcentual
Sitio de Muestreo:	Residuos Sólidos Orgánicos del Municipio de Ricaurte
Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis)	Agosto 28 del 2006
Observaciones	

PARAMETRO	RESULTADO
pH	4.33
Conductividad ms/cm	29.4
Densidad g/cc	0.9894
Sólidos Suspendidos Totales % (SST)	1.849
Carbono Orgánico Oxidable Total g/L (COOT)	24.7
Nitrógeno Total g/L (NT)	2.94
Nitrógeno Amoniacal g/L (N-NH <sub>4</sub> )	1.35
Nitrógeno de Nitrato g/L (N-NO <sub>3</sub> )	16.3
Potasio g/L (K <sub>2</sub> O)	7.52
Fósforo g/L (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	10.9
Calcio g/L (CaO)	108.3
Magnesio g/L (MgO)	59.2
Zinc ppm	10500

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
 LABORATORIO DE QUIMICA  
 Tecnología Química TP-N° 1-009 CNQ  
 TÉCNICO

*Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7316860 - 7311449 Ext. 222 - 266 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1178

## **ANEXO J**

**DIAGRAMA DE RECORRIDO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS DE NARIÑO  
(VER PLANOS)**

## **ANEXO K**

**DISEÑO DE PLANTA FERTILIZANTES ORGÁNICOS DE NARIÑO  
(VER PLANOS)**

## ANEXO L

### PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS FÍSICAS.

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
<b>PRELIMINAR</b>				
Descapote y limpieza	m <sup>2</sup>	1210	300	363000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>363000</b>
<b>INVERNADERO</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	671	5000	3355000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	67,1	4000	268400
Compactación	m <sup>2</sup>	671	1500	1006500
Concreto 1:2:3 (vigas, zapatas y col)	m <sup>3</sup>	19,5	210000	4095000
Concreto 1:2:3 para piso e =10cm	m <sup>3</sup>	67,3	210000	14133000
Hierro para zapatas y columnas	unid	146	8000	1168000
Estructura en madera gruesa	ML	576	2500	1440000
Estructura en madera delgada	ML	462	1000	462000
Cubierta en zinc	unid	504	15000	7560000
Gravilla	m <sup>3</sup>	8,1	10000	81000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>33568900</b>
<b>TANQUE DE LIXIVIADOS</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	6	5000	30000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	2	4000	8000
Concreto 1:2:3 para piso y tapa	m <sup>3</sup>	2,5	210000	525000
Muro de ladrillo	m <sup>2</sup>	10	20000	200000
Repello esmaltado		1	35000	35000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>798000</b>
<b>ZONA DE RECEPCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	64	5000	320000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	6	4000	24000
Concreto 1:2:3 placa de piso viga y col	m <sup>3</sup>	12,8	210000	2688000
Estructura en madera gruesa	ML	75	2500	187500
Estructura en madera delgada	ML	76	1000	76000
Cubierta en zinc	unid	56	15000	840000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>4135500</b>
<b>SECADO PESAJE Y EMPAQUE</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	32	5000	160000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	2,5	4000	10000
Concreto 1:2:3 placa de piso viga y col	m <sup>3</sup>	6	210000	1260000
Hierro para zapatas y columnas	unid	20	8000	160000

Estructura en madera gruesa	ML	38,5	2500	96250
Estructura en madera delgada	ML	39	1000	39000
Cubierta en zinc	unid	29	15000	435000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>2160250</b>
<b>BODEGA DE ALMACENAMIENTO</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	36	5000	180000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	3	4000	12000
Concreto 1:2:3 placa de piso viga y col	m <sup>3</sup>	13	210000	2730000
Hierro para zapatas y columnas	unid	54	8000	432000
Muro en ladrillo	m <sup>2</sup>	60	20000	1200000
Repello		120	5000	600000
Estructura en madera gruesa	ML	98	2500	245000
Estructura en madera delgada	ML	49	1000	49000
Cubierta en zinc	unid	32	15000	480000
Puerta Metálica (ancho de 2.5)	unid	1	400000	400000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>6328000</b>
<b>ÁREA ADMINISTRATIVA</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	120	5000	600000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	10	4000	40000
Concreto 1:2:3 para vigas, zapatas y col	m <sup>3</sup>	24,5	210000	5145000
Hierro para zapatas y columnas		72	8000	576000
Muro en ladrillo	m <sup>2</sup>	205	20000	4100000
Repello		410	5000	2050000
Estructura en madera gruesa	ML	122	2500	305000
Estructura en madera delgada	ML	169	1000	169000
Cubierta de eternit	unid	65	25000	1625000
Puertas metálicas	unid	6	180000	1080000
Ventanas metálicas	unid	3	100000	300000
Puertas Baños y vestier	GL	6	40000	240000
Unidad sanitaria	GL	3	350000	1050000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>17280000</b>
<b>ÁREA FERTILIZANTES LÍQUIDOS</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	116	5000	580000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	8	4000	32000
Concreto 1:2:3 para piso, vigas y col	m <sup>3</sup>	23	210000	4830000
Hierro para zapatas y columnas	unid	84	8000	672000
Muro en ladrillo	m <sup>2</sup>	40	20000	800000
Repello		80	5000	400000
Estructura en madera gruesa	ML	157	2500	392500
Estructura en madera delgada	ML	146	1000	146000
Cubierta en zinc	unid	120	15000	1800000
Puertas Metálicas	unid	3	180000	540000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>10192500</b>

<b>ÁREA DE RESIDUOS INORGÁNICOS</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	80	5000	400000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	7	4000	28000
Concreto 1:2:3 para piso, vigas y col	m <sup>3</sup>	16,4	210000	3444000
Hierro para zapatas y columnas	unid	32	8000	256000
Muro en ladrillo	m <sup>2</sup>	83,4	20000	1668000
Repello		100	5000	500000
Estructura en madera gruesa	ML	80	2500	200000
Estructura en madera delgada	ML	95,4	1000	95400
Cubierta en zinc	unid	60	15000	900000
Puertas metálicas	unid	2	180000	360000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>7851400</b>
<b>CASETA DE VIGILANCIA</b>				
Excavación en material común	m <sup>2</sup>	6	5000	30000
Desalojo de materiales	m <sup>3</sup>	1	4000	4000
Concreto 1:2:3 para piso, vigas y col	m <sup>3</sup>	4	210000	840000
Hierro para zapatas y columnas	unid	15	8000	120000
Muro en ladrillo	m <sup>2</sup>	22	20000	440000
Repello		50	5000	250000
Estructura en madera gruesa	ML	20	2500	50000
Estructura en madera delgada	ML	12	1000	12000
Cubierta en zinc	unid	7	15000	105000
Puerta metálica	unid	1	180000	180000
Ventanas metálicas	unid	2	100000	200000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>2231000</b>
<b>OTROS</b>				
Instalación Hidráulica	GL	1	1200000	1200000
Instalación Eléctrica	GL	1	800000	800000
Madera para formaleta	unid	150	3000	450000
<b>SUBTOTAL</b>				<b>2450000</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>87358550</b>
Administración (7%)				6115099
Utilidades (8%)				6988684
Imprevistos (5%)				4367928
<b>COSTO INDIRECTO</b>				<b>17471710</b>
<b>TOTAL</b>				<b>104830260</b>