



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

UNIDAD DE POSGRADOS

**Maestría en Sistemas Integrados de Gestión de
la Calidad, Ambiente y Seguridad**

**Tesis previa a la obtención del Título de Magister en
Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y
Seguridad**

Tema:

**Elaboración de abono orgánico como resultado
de una adecuada gestión ambiental de los
residuos generados en la planta productora y
procesadora de aves y cerdos de Avícola
Fernández S.A.**

**Autores: Ing. Daniel Morán Franco
Ing. Glenda Naranjo Morán**

Director: Patricio Yáñez, Ms. Sc.

Guayaquil – 2013

DEDICATORIA:

A Dios por la sabiduría y bendiciones recibidas; a nuestros padres quienes con sacrificio y amor nos apoyaron.

AGRADECIMIENTO:

Agradecemos a nuestros profesores del Programa de Maestría en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad por los conocimientos impartidos, en especial a nuestro tutor Patricio Yáñez, Ms. Sc., por su valioso apoyo para la realización del presente trabajo.

Por último queremos agradecer a la empresa Avícola Fernández por facilitar los datos necesarios y la apertura durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de Cuadros	vi
Índice de gráficos	vii
Índice de imágenes	viii
Resumen	ix
Abstract	x
CAPÍTULO I: Introducción	1
1.1 Presentación	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Planteamiento del problema	6
1.4 Justificación	6
1.5 Objetivos	7
1.6 Marco metodológico	7
1.7 Hipótesis	8
CAPÍTULO II: Fundamentación teórica	9
2.1 Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico	10
2.2 Preparación del abono orgánico fermentado	11
2.3 Fermentación del abono orgánico	12
CAPÍTULO III: Marco legal	16
3.1 Título II: Derechos	16
3.2 Titulo VII: Régimen del buen vivir	17
3.3 Ley reformatoria al código penal	18
3.4 Ley de gestión ambiental	18
3.5 Texto unificado de la legislación secundaria del ministerio del ambiente	19

del ecuador

CAPÍTULO IV: Materiales y Métodos	22
4.1 Acceso a las instalaciones productivas	25
4.2 Límites de la actividad productiva	25
4.3 Área de influencia de la actividad productiva	25
4.4 Esquema administrativo y operativo	25
4.5 Descripción del proceso de fabricación	26
4.6 Proceso de elaboración	35
CAPÍTULO V: Resultados y discusión	45
5.1 Entorno al contexto general del proyecto efectuado y el producto final obtenido	45
5.2 Análisis de los parámetros físicos y químicos del producto terminado	53
5.3 Análisis económico y financiero del proyecto	54
CAPÍTULO VI: Conclusiones y recomendaciones	62
6.1 Conclusiones	62
6.2 Recomendaciones	64
Bibliografía	65
Anexos	67

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Pág.
Cuadro No. 1 Materias primas y sus fuentes	4
Cuadro No. 2 Puntos extremos de la granja Sacachun 3	22
Cuadro No. 3 Generación de residuos en avícola Fernández s.a.	33
Cuadro No. 4 Formulación propuesta para el abono	35
Cuadro No. 5 Condiciones óptimas del proceso de compostaje	41
Cuadro No. 6 Resultados promedios obtenidos durante el proceso de elaboración de abono orgánico	51
Cuadro No. 7 Resultados obtenidos de una muestra de producto terminado	53
Cuadro No. 8 Inversión inicial del proyecto de elaboración de abono orgánico	55
Cuadro No. 9 Ventas proyectadas	56
Cuadro No. 10 Costos y gastos del proyecto	56
Cuadro No. 11 Cálculo de la TIR y del VAN	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Contenido	Pág.
Gráfico No. 1 Ubicación geográfica de la granja Sacachun 3 en relación a la provincia de Santa Elena	23
Gráfico No. 2 Mapa de coordenadas referenciales	24
Gráfico No. 3 Organigrama propuesto para la planta de elaboración de abono orgánico	26
Gráfico No. 4 Flujograma de producción	46
Gráfico No.5 Distribución de las camas de abono	49

ÍNDICE DE IMÁGENES

Contenido	Pág.
Imagen No. 1 Crianza de pollos	28
Imagen No. 2 Recolección de pollinaza	28
Imagen No. 3 Saco de pollinaza	29
Imagen No. 4 Galpón de cerdos	30
Imagen No. 5 Sistema de escurrido de excretas	31
Imagen No. 6 Sacos de cerdaza	31
Imagen No. 7 Planta de tratamiento de aguas residuales	32
Imagen No. 8 Lagunas de oxidación	34
Imagen No. 9 Volteo de camas	39
Imagen No. 10 Materias primas	42
Imagen No. 11 Armado de camas	42
Imagen No. 12 Armado de camas	43
Imagen No. 13 Adición de bacterias	43
Imagen No. 14 Cobertura de cama	44
Imagen No. 15 Cama de abono	44
Imagen No. 16 Preparación de terreno	48
Imagen No. 17 Impermeabilización del suelo	50

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
UNIDAD DE POSGRADOS SEDE GUAYAQUIL

“Elaboración de abono orgánico como resultado de una adecuada gestión ambiental de los residuos generados en la planta productora y procesadora de aves y cerdos de Avícola Fernández S.A.”

Daniel Morán Franco, danielmoranf@yahoo.com
Glenda Naranjo Morán, glendanaranjomcch@yahoo.es

Patricio Yáñez, apyanez@hotmail.com

Maestría en Sistema Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad

2013

Investigación en Modelos de Gestión ambiental

Palabras clave: Avícola Fernández, Gestión ambiental, Elaboración de abono orgánico.

Resumen

La avicultura y la porcicultura son dos actividades productivas que generan fuentes de trabajo y aportan al desarrollo de la economía del país; así como toda actividad humana, éstas generan impactos ambientales debido a la generación de residuos sólidos y a la emisión de olores. Una alternativa de remediación ambiental a las actividades de avicultura y porcicultura que ejecuta Avícola Fernández, la alta dirección de la empresa decidió llevar a cabo el proceso de producción de abono orgánico a partir de la cerdaza y pollinaza generadas en sus galpones de crianza.

El desarrollo del proyecto inició con el levantamiento de información base, entre la que se incluyó la determinación del volumen de desechos generados por galpón y por actividad. En el presente documento, se detalla paso a paso cada una de las etapas necesarias para obtener el abono orgánico.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
UNIDAD DE POSGRADOS SEDE GUAYAQUIL

“Composting as a result of proper environmental management of waste generated in the plant producer and processor of poultry and pigs of Avícola Fernandez S.A.”

Daniel Morán Franco, danielmoranf@yahoo.com
Glenda Naranjo Morán, glendanaranjomcch@yahoo.es

Patricio Yáñez, apyanez@hotmail.com

Master in Integrated Quality System, Environment and Safety

2013

Research on Environmental Management Models

Keywords: Avícola Fernandez, Environmental Management, Composting.

Summary

The poultry and pig two production activities that generate jobs and contribute to the development of the national economy, as well as all human activity, they generate environmental impacts due to the generation of solid waste and odor. An alternative environmental remediation activities poultry and pig running Poultry Fernandez, the senior management of the company decided to carry out the process of compost production from swine manure and manure generated in their breeding sheds.

Project development began with the collection of information base, among which included the determination of the amount of waste generated per house and per activity. In this paper, detailed step by step each of the steps needed to get the compost.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación

En la actualidad, el compostaje es un proceso tecnológico industrializado sin un grado de complejidad excesivo, es técnico y económicamente viable, poco contaminante, y con mayor aceptación social, en comparación con los vertederos o las plantas incineradoras.

Es una alternativa que se ha desarrollado, de manera incipiente, en algunos lugares y regiones, y de manera más completa, en otras regiones de Latinoamérica y del mundo. Tal solución, se propone como una medida eficiente para el tratamiento de residuos orgánicos. Este proceso se da, principalmente, para aprovechar las fracciones orgánicas de los residuos sólidos.

Dada la importancia y resultados ambientales favorables obtenidos por experiencias en empresas similares, la empresa Avícola Fernández decidió incursionar en la elaboración de abono orgánico como una alternativa de mitigación al impacto ambiental provocado por las actividades avícolas y porcícolas que desarrolla en el país.

Convencidos del compromiso, hacia esta actividad, mostrado por la empresa decidimos desarrollar nuestro trabajo de investigación, el cual hemos dividido en 6 capítulos debidamente estructurados e identificados.

En el capítulo 1 desarrollamos las partes preliminares del trabajo las cuales van enfocadas a definir una reseña histórica de la empresa su evolución en el tiempo y su crecimiento a la actualidad; a identificar y establecer el problema ambiental de la empresa para el cual requiere una alternativa de mitigación. Asimismo establecimos los objetivos tanto generales como específicos para el trabajo de investigación; el marco metodológico bajo el cual se desarrolló y la hipótesis que al final del trabajo se podrá o no comprobar.

El capítulo 2 comprende la fundamentación teórica bajo la cual desarrollamos el proyecto y sirvió como base para la puesta en marcha del proyecto en campo, los resultados obtenidos son gracias a una adecuada fundamentación teórica y a la constancia en el seguimiento de los parámetros de proceso cuyo control es vital para obtener un producto de calidad.

Cualquier actividad desarrollada por una empresa o persona natural enfocada en la producción de bienes y servicios esta normada por la ley, para el desarrollo de actividades avícolas y porcícolas el Estado Ecuatoriano tiene un conjunto de leyes y reglamentos que deben ser cumplidos por todas las empresas a nivel nacional. Es por esto que dedicamos el capítulo 3 de nuestro trabajo de investigación a la identificación de la legislación ambiental aplicable para las mencionadas actividades y así poder identificar si el compostaje sería el mecanismo de mitigación del impacto provocado por ellas.

En el capítulo 4 identificamos todos los materiales y métodos utilizados para el desarrollo de la investigación, siendo la metodología de trabajo e investigación en campo la más importante ya que en la empresa era una actividad nueva y el desconocimiento y falta de orientación podía terminar en el fracaso de la investigación y del proyecto.

El capítulo 5 se enfoca en los resultados obtenidos luego de la investigación, en el presentamos Cuadros, resultados analíticos de muestras de producto obtenido; los cuales indican y evidencian que la metodología y técnica empleada fueron las adecuadas.

El capítulo 6 enmarca las conclusiones a las cuales llegamos luego de la investigación entre las cuales se incluyen parámetros de proceso muy importantes para que la empresa tenga continuidad en el proceso productivo luego de finalizada la investigación. Asimismo enfocamos y establecemos recomendaciones que la empresa puede seguir a manera de mejora continua del proceso de compostaje y que serán de gran aporte.

Cada capítulo desarrollado brinda al lector las respuestas a sus inquietudes y lo motiva a continuar la lectura hasta el final del trabajo.

1.2. Antecedentes

El Sr. Eugenio Fernández (el pionero de Avícola Fernández S.A.) inició su actividad económica en 1990, en una terrena localizada en la ciudadela Bellavista, ciudad de Guayaquil, donde evaluando la necesidad de diversificar el negocio decidió dar una atención diferenciada a sus clientes en lo que respecta al corte de sus carnes y ventas de pollo y legumbres a domicilio. Lo que le permitió posteriormente abrir un local en el sector de la calle Pedro Pablo Gómez, lugar que se diferenciaba de la competencia por los horarios de atención, limpieza y presentación de cortes de carnes y pollos; lo que generó que clientela de todas partes de la ciudad acuda a tal sitio.

A partir del año 2000, el negocio ya era lo suficientemente sólido para permitirle crecer de manera exponencial hasta convertirse en lo que hoy se conoce como la Corporación Fernández.

Actualmente, la Corporación Fernández es una industria joven dedicada a la crianza y faenamiento de animales de corral y comercialización de productos cárnicos, así como a la comercialización de otros productos complementarios, y es reconocida por sus precios razonables y atención personalizada.

Por otra parte, la Corporación ha incursionado también en el negocio de comidas preparadas, orientadas primordialmente a Parrilladas. Durante toda su trayectoria desde 1990, Corporación Fernández ha diversificado su oferta, desarrollándose con éxito en el mercado de la industria alimenticia, lo que le ha permitido ganar la fidelidad de sus clientes, (resumido a partir de NOBOA, 2006).

La Misión y Visión que se ha planteado la actual Presidencia Ejecutiva, es llevar a la mesa de los ecuatorianos productos de calidad, con el menor impacto en el ambiente; con base en esto, se han establecido objetivos de corto, mediano y largo plazos, entre los cuales se encuentra la expansión del negocio: en términos de la producción porcina, la incorporación de aves reproductoras con el propósito de cerrar

el ciclo avícola y la apertura de nuevos almacenes en Guayaquil a corto plazo, y a mediano plazo alcanzar otros mercados a nivel nacional.

La empresa Avícola Fernández S.A. dispone de una estructura funcional conformada por varias organizaciones, entre los sectores en los cuales ha incursionado se encuentran: Incubadora de huevos, Granjas avícolas, Granjas porcinas y Planta Procesadora.

Para el desarrollo del presente estudio, se consideró la caracterización y cuantificación de los residuos generados principalmente en las Granjas avícolas, Granjas porcinas y Planta Procesadora, la materia prima a utilizar se describe en el siguiente Cuadro:

CUADRO No. 1: FUENTES DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO

ESTABLECIMIENTOS/FUENTES	MATERIAS PRIMAS
GRANJA DE CERDOS	Cerdaza, residuos mortales, placentas, lodos de piscinas
GRANJAS DE AVES – POLLOS	Pollinaza
PLANTA DE PROCESO	Contenido ruminal, Residuos de trampas de grasas, Residuos de proceso de elaboración de harina aviar
GRANJA DE AVES – PAVOS	Pavinaza

Fuente: los autores Glenda Naranjo M. y Daniel Morán F., Registro efectuado en los diferentes Centros de Negocios de Avícola Fernández S.A., 2011

La empresa Avícola Fernández S.A., consciente de la importancia de la preservación del entorno y a fin de cumplir con la Legislación Ambiental vigente, tomó la decisión de iniciar el proceso de regulación ambiental de sus operaciones e instalaciones a través de la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental Ex-post respectivos (para las Granjas Porcinas y Planta Procesadora) y la elaboración de las Fichas Ambientales (para las Granjas Avícolas). Como parte de los Planes de Manejo Ambiental de cada uno de los estudios mencionados se planteó la necesidad de

manejar eficientemente los residuos generados en cada una de sus operaciones a través de la elaboración de abono orgánico líquido y sólido.

El compost 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 la absorción de agua y nutrientes, por parte de las plantas (ORENE, 2003).

El compost es una alternativa viable, que depende de la cantidad, calidad y buena gestión de sus promotores. Puede aprovecharse, entre el 50 y 60% de los residuos sólidos ordinarios en este producto. Sin embargo, los proyectos elaborados, no han generado la atención requerida. Los principales aspectos que se evidencian en el fracaso de estos proyectos, corresponden a que fueron efectuados por entidades públicas. Estas en su mayoría, dilatan el desembolso del dinero, lo cual interrumpe el normal funcionamiento de los procesos y se pierde efectividad. Además de no poder realizar un estudio de pre-factibilidad completo, en el que se pueda visualizar el mercado de este producto, su proceso y distribución, permitiendo con esto, ejecutar todos los procesos satisfactoriamente.

De acuerdo a lo mencionado por ORENE, el mantenimiento del sistema de relleno sanitario es la alternativa final de mayor aceptación, sin la necesidad de avanzar en el análisis serio de otras propuestas tecnológicas, como plantas de producción de biomasa, termólisis, pirólisis o incineración, con recuperación de energía, debido a que de estas aún no se tienen muchos avances conceptuales, ni estudios de viabilidad técnica, ambiental y económica concluyentes.

De lo indicado anteriormente nace un cuestionamiento: ¿Por qué hacemos compostaje? pues la respuesta a criterio de algunos investigadores es sencilla y se basa en tres ideas:

1. Los residuos se han de evitar.
2. Los residuos inevitables se han de aprovechar.
3. Los residuos no aprovechables se han de tratar de una manera ambientalmente correcta.

1.3. Planteamiento del problema

El volumen de residuos orgánicos generados por las actividades de porcicultura y avicultura de Avícola Fernández S.A. superan el límite de lo estimado originalmente, sumando a esto el impacto ambiental que generan debido a los malos olores emitidos y, como es lógico, las molestias que ocasionan a las comunidades aledañas a las granjas ha llevado a los industriales a la búsqueda de una solución definitiva del tema.

Dentro de este contexto, la creciente demanda mundial por la preservación de la calidad ambiental y de alimentarse con productos obtenidos de manera “natural” sumados a la constante preocupación de las empresas por la adecuada disposición final de sus residuos, ha llevado, entre otras razones, al planteamiento del presente tema de investigación.

1.4. Justificación

La diversificación de los hábitos alimenticios en Ecuador ha propiciado a que las empresas de consumo masivo amplíen su portafolio de opciones dirigidas a satisfacer las necesidades de los consumidores.

Pero, parte de esta ampliación involucra mayor consumo de recursos y por ende mayor generación de residuos, los cuales en muchas ocasiones conllevan un alto impacto ambiental. Frecuentemente estos residuos no solo corresponden a los ya conocidos residuos industriales (grasas, aceites, aguas de proceso, etc.), sino que también pueden extenderse a aquellos generados en la producción primaria y/o crianza de animales de corral tales como las aves y los cerdos.

Los residuos generados en estas actividades de producción primaria son una de las principales fuentes de contaminantes, tanto para el aire por la emisión de olores ofensivos (en el caso de la producción porcina), así como de emisiones de amoníaco al ambiente (provenientes principalmente de las excretas de aves y cerdos).

El presente proyecto de investigación propuesto involucra la utilización de la pollinaza, cerdaza, contenido ruminal y algunos residuos mortales generados en la crianza y faenamiento de aves y cerdos para la obtención de abono orgánico tanto en forma líquida como sólida a través de un proceso bacteriológico.

1.5. objetivos

Objetivo general

- Elaborar un abono orgánico fermentado, para ser usado en el cultivo de especies vegetales útiles, asegurando así el apoyo a actividades de producción de alimentos orgánicos y disminuyendo la contaminación ambiental.

Objetivos específicos

- Reducir la Contaminación Ambiental generada actualmente en los procesos de producción primaria de Avícola Fernández S.A.
- Reciclar biológicamente los residuos orgánicos sólidos como lodos generados en los planteles porcinos y la cama (tamo de arroz con estiércol) de los galpones de aves de engorde (pollinaza y pavinaza).
- Proporcionar un valor agregado a los residuos orgánicos contaminantes.
- Promocionar los resultados referentes a la producción, aplicación y beneficios de los Abonos Orgánicos en la Agricultura Convencional y en la Agricultura Orgánica.

1.6. Marco metodológico

El presente tema de investigación corresponde a una investigación aplicada, de campo y documental. El inicio del estudio fue un levantamiento de información en torno a la cantidad de residuos generados en cada uno de los sitios de Avícola Fernández y su situación actual.

1.7. Hipótesis

Del compostaje es posible obtener un abono orgánico apetecido por los agricultores locales, lo cual permitiría generar recursos económicos que aportarían a la rentabilidad de la empresa así como a la obtención de productos agrícolas libres de fertilizantes sintéticos que muchas veces tienen consecuencias en la salud de los consumidores.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La elaboración de abonos orgánicos se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición. La elaboración de abonos fermentados presenta algunas ventajas en comparación con la elaboración de otros abonos orgánicos (CATAÑO, 2011):

- No se forman gases tóxicos ni malos olores.
- El volumen producido se puede adaptar a las necesidades.
- No causa problemas en el almacenamiento y transporte.
- En el proceso ocurre una desactivación de agentes patógenos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos como causantes de enfermedades.
- El producto se elabora en un período relativamente corto (que va desde los 12 hasta 120 días).
- El producto permite ser utilizado inmediatamente después de la preparación.
- Tiene un bajo costo de producción.

En el proceso de elaboración del Abono Orgánico hay dos etapas bien definidas (RESTREPO, 2007):

La primera etapa es la fermentación de los componentes del abono cuando la temperatura puede alcanzar hasta 70-75° C por el incremento de la actividad microbiana. Posteriormente, la temperatura del abono empieza a bajar por agotamiento o disminución de la fuente energética.

La segunda etapa es el momento cuando el abono pasa a un proceso de estabilización y solamente sobresalen los materiales que presentan mayor dificultad para degradarse a corto plazo para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización.

2.1. Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico.

(RESTREPO, 2007)

- **Temperatura:** se encuentra en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas de haberse iniciado la preparación, el abono debe de presentar temperaturas superiores a 50°C.
- **La humedad:** determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de fermentación, cuando se está fabricando el abono. Tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad. La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono oscila entre un 50 y 60 % del peso.
- **La aireación:** es la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso de exceso de humedad los microporos presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aireación y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad.
- **El tamaño de las partículas de los ingredientes:** la reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono presenta la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar a una compactación, favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado. Cuando la mezcla tiene demasiadas partículas pequeñas, se puede agregar relleno de paja o carbón vegetal.
- **El pH:** el pH necesario para la elaboración del abono es de 6 a 7.5. Los valores extremos perjudican la actividad microbiológica en la descomposición de los materiales.

- **Relación carbono-nitrógeno:** la relación ideal para la fabricación de un abono de rápida fermentación es de 25:35; una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización; en cambio, una relación mayor alarga el proceso de fermentación.

2.2. Preparación del abono orgánico fermentado. (RESTREPO, 2007)

Después de haber determinado la cantidad de abono orgánico fermentado a fabricar y los ingredientes necesarios, se procede a la elaboración considerando:

1. Los ingredientes se colocan ordenadamente en capas tipo pastel;
2. La mezcla de los ingredientes se hace en seco en forma desordenada;
3. Los ingredientes se subdividen en partes iguales, obteniendo dos o tres montones para facilitar su mezcla.

En los tres casos el agua se agrega a la mezcla hasta conseguir la humedad recomendada, al final en cualquiera de los casos la mezcla quedará uniforme.

- **Lugar donde se prepara el abono:** Los abonos orgánicos deben prepararse en un local protegido de lluvias, sol y viento, ya que éstos interfieren en forma negativa en el proceso de fermentación. El local ideal es un galpón con piso de ladrillo o revestido con cemento, por lo menos en sobre piso de tierra bien firme, de modo que se evite la pérdida o acumulación indeseada de humedad donde se fabrica.
- **Herramientas necesarias:** palas, baldes plásticos, regadera o bomba en mochila para la distribución uniforme de la solución de melaza y levadura en el agua, manguera para el agua, mascarilla de protección contra el polvo y botas de hule.
- **Tiempo de fabricación:** algunos agricultores gastan en la fabricación del abono orgánico entre 12 a 20 días. Comúnmente en lugares fríos el proceso de duración dura más tiempo que en lugares cálidos. El tiempo requerido depende del

incremento de la actividad microbiológica en el abono, que comienza con la mezcla de los componentes.

2.3. Fermentación del abono orgánico. (RESTREPO, 2007)

Una vez terminada la etapa de la mezcla de todos los ingredientes del abono y controlada la uniformidad de la humedad, la mezcla se extiende en el piso, de tal forma que la altura del montón no sobrepasa los 50 cm. Algunos recomiendan cubrir el abono con sacos de fibra o lámina(s) de plástico durante los tres primeros días con el objetivo de acelerar la fermentación. La temperatura del abono se debe controlar todos los días con un termómetro, a partir del segundo día de su fabricación. No es recomendable que la temperatura sobrepase los 50°C.

La temperatura en los primeros días de fermentación tiende a subir a más de 80°C, lo cual no se debe permitir. Para evitar temperaturas altas se recomienda hacer dos volteadas diarias, una por la mañana y otra por la tarde. Todo esto permite dar aireación y enfriamiento al abono hasta lograr la estabilidad de la temperatura que se logra hacia el quinto y el octavo día. Después se recomienda dar una volteada al día. A los 10 a 15 días, el abono orgánico fermentado ya ha logrado su maduración y la temperatura del abono es igual a la del ambiente, su color es gris claro, seco, con un aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta.

El abono orgánico es el resultado de una compleja estructura alimenticia en la que participan cientos de organismos diferentes, entre ellos bacterias, hongos, gusanos e insectos. Lo que queda después de que estos organismos desintegran los residuos orgánicos es el abono rico que nutre los jardines, pudiendo obtenerse:

- Abonos orgánicos sólidos: compost, humus de lombriz, bokashi, abonos verdes entre otros,
- Abonos orgánicos líquidos: biol, té humus, té de compost entre otros.

La composición del abono orgánico puede variar considerablemente y se ajusta a las condiciones y materiales existentes en la comunidad o que cada productor dispone en su finca; es decir, no existe una receta o fórmula fija para su elaboración.

Lo más importante es el entusiasmo, creatividad y la disponibilidad de tiempo por parte del fabricante. Entre los ingredientes que pueden formar parte de la composición del abono orgánico fermentado están:

Pollinaza: es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración del Abono Orgánico. El aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo con nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.

Dependiendo de su origen, puede aportar otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad. La mejor pollinaza es de cría de pollos de engorde bajo techo y con piso cubierto.

La pollinaza de pollos de engorde presenta residuos de coccidiostáticos y antibióticos que interfieren en el proceso de fermentación. También pueden sustituirse o incorporarse otros estiércoles: de bovinos, cerdos, caballos y otros, dependiendo de las posibilidades en la comunidad o finca.

Cascarilla de arroz: mejora la estructura física del abono orgánico, facilitando la aireación, absorción de la humedad de la filtración de nutrientes en el suelo.

También favorece el incremento de la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra, y al mismo tiempo estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. La cascarilla de arroz es una fuente rica en sílice, lo que confiere a los vegetales mayor resistencia contra el ataque de plagas de insectos y enfermedades. A largo plazo, se convierte en una constante fuente de humus. En la forma de cascarilla carbonizada, aporta principalmente fósforo y potasio, y al mismo tiempo ayuda a corregir la acidez de los suelos.

La cascarilla de arroz, puede alcanzar, en muchos casos, hasta una tercera parte del total de los componentes de los abonos orgánicos. En caso de no estar disponible, puede ser sustituida por la cascarilla de café, paja, abonos verdes o residuos de cosecha de granos básicos u hortalizas.

Afrecho de Arroz o Semolina: favorecen en alto grado la fermentación de los abonos, la cual se incrementa por el contenido de calorías que proporcionan a los microorganismos y por la presencia de vitaminas en el afrecho de arroz, el cual también es llamado en otros países pulidura y salvado. El afrecho aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

En caso de no disponer de afrecho de arroz, puede ser sustituido por concentrado para cerdos de engorde.

Carbón: mejora las características físicas del suelo en cuanto a aireación, absorción de humedad y calor. Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra; al mismo tiempo funciona como esponja con la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles de la planta, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo.

Se recomienda que las partículas o pedazos del carbón sean uniformes de 1 y 2cm de diámetro y largo respectivamente. Cuando se usa el Abono Orgánico para la elaboración de almácigos, el carbón debe estar semi-pulverizado para permitir el llenado de las bandejas y un buen desarrollo de las raíces.

Melaza de Caña: es la principal fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación del abono orgánico, favoreciendo la actividad microbiológica. La melaza es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes, principalmente boro.

Suelo: es un componente que nunca debe faltar en la formulación de un abono orgánico fermentado. En algunos casos puede ocupar hasta la tercera parte del volumen total del abono. Es el medio para iniciar el desarrollo de la actividad microbiológica del abono, también tiene la función de dar una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad.

Otra función del suelo es servir de esponja, por tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas de acuerdo a sus necesidades. El

suelo, dependiendo de su origen, puede variar en el tamaño de partículas, composición química de nutrientes e inoculación de microorganismos.

Las partículas grandes del suelo como piedras, terrones y pedazos de palos deben ser eliminados. El suelo debe obtenerse a una profundidad no mayor de 30cm, en las orillas de las labranzas y calles internas.

Cal Agrícola: su función principal es regular el nivel de acidez durante todo el proceso de fermentación, cuando se elabora el abono orgánico. Dependiendo del origen, puede contribuir con otros minerales útiles de la planta. La cal puede ser aplicada al tercer día después de haber iniciado la fermentación.

Agua: su efecto es crear las condiciones favorables para el desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación. También tiene la propiedad de homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono.

Tanto el exceso como la falta de humedad son perjudiciales para la obtención de un buen abono orgánico fermentado. La humedad ideal se logra gradualmente agregando cuidadosamente el agua a la mezcla de los ingredientes. La forma más práctica de probar el contenido de humedad es a través de la prueba del puñado, la cual consiste en tomar con la mano una cantidad de la mezcla y apretarla. No deberán salir gotas de agua de los dedos pero se deberá formar un terrón quebradizo en la mano. Cuando tenga un exceso de humedad, lo más recomendable es aumentar la cantidad de cascarilla de arroz o de café a la mezcla.

El agua se utiliza en la preparación de abono fermentado tipo Abono Orgánico, no es necesario utilizarla en las demás etapas del proceso.

Compostaje: proceso dirigido y controlado de mineralización y pre-humificación de la materia orgánica, a través de un conjunto de técnicas que permiten el manejo de las variables del proceso; y que tienen como objetivo la obtención de un abono orgánico de alta calidad físico-química y microbiológica.

CAPÍTULO III

MARCO LEGAL

Para desarrollar el presente proyecto se analizó el marco jurídico respectivo:

3.1. Normas legales nacionales

3.1.1. Constitución de la República del Ecuador. Publicada en el Registro Oficial N° 449 del lunes 20 de octubre del 2008. Incluye las disposiciones del Estado sobre el tema ambiental.

Título II: Derechos (ASAMBLEA CONSTITUYENTE, 2008)

Capítulo segundo: Derechos del buen vivir. Sección segunda: ambiente sano

*Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.*

Capítulo sexto: Derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el

mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Capítulo noveno: Responsabilidades

Art. 83.- *Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: 6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.*

Título VII: Régimen del buen vivir. Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera: naturaleza y ambiente

Art. 395.- *La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:*
1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. 2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

Art. 397.- *En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores públicos responsables de realizar el*

control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

3.1.2. Ley reformativa al código penal, Registro Oficial N° 2 del 25 de enero del 2000. Tipifica los delitos contra el Patrimonio Cultural, contra el Ambiente y las Contravenciones Ambientales, además de sus respectivas sanciones. Entre las sanciones, por atentar contra el ambiente, están:

Capítulo X A - De los delitos contra el medio ambiente

Art. 437 B. El que infringiera las normas sobre protección ambiental, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiese causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyera un delito más severamente reprimido.

Art. 437 C. La pena será de tres a cinco años de prisión, cuando:

- a) Los actos previstos en el artículo anterior ocasionen daños a la salud de las personas o a sus bienes;*
- b) El perjuicio o alteración ocasionados tengan carácter irreversible;*
- c) El acto sea parte de actividades desarrolladas clandestinamente por su autor; o,*
- d) Los actos contaminantes afecten gravemente recursos naturales necesarios para la actividad económica.*

3.1.3. Ley de gestión ambiental. Ley N° 37. Registro Oficial N° 245 del 30 de julio de 1999. Título III, Capítulo II, “**De la evaluación del impacto ambiental y del control ambiental**” (CONGRESO NACIONAL, 1999)

Art. 19.- Determina que las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, deben previamente a su ejecución ser calificados, por los organismos descentralizados de control, conforme con el Sistema Único de Manejo Ambiental.

3.1.4. Texto unificado de la legislación secundaria del ministerio del ambiente del Ecuador - TULSMA. Emitido mediante Decreto Ejecutivo N° 3516, del Registro Oficial “Edición Especial N° 2” del 31 de marzo del 2003.

Libro VI, “De la calidad ambiental”, Título I Del Sistema Único de Manejo Ambiental

Capítulo III - Del objetivo y los elementos principales del sub-sistema de evaluación de impacto ambiental (ambiente, Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador - TULSMA. Emitido 2003)

Art. 15.- Establece los criterios y métodos de calificación para determinar en cada caso la necesidad (o no) de un proceso de evaluación de impactos ambientales en función de las características de una actividad; entre estos métodos pudiendo incluirse fichas ambientales.

Capítulo IV – Del proceso de evaluación de impactos ambientales

Art. 22.- a) la ficha ambiental de su actividad o proyecto propuesto, en la cual justifica que dicha actividad o proyecto no es sujeto de evaluación de impactos ambientales de conformidad con el artículo 15 de este Título y la Disposición Final Quinta.

Art. 77.- Inspección de instalaciones del regulado. *Las instalaciones de los regulados podrán ser visitadas en cualquier momento por parte de funcionarios de la entidad ambiental de control o quienes la representen, a fin de tomar muestras de sus emisiones, descargas o vertidos e inspeccionar la infraestructura de control o prevención existente. El regulado debe garantizar una coordinación interna para atender a las demandas de la entidad ambiental de control en cualquier horario.*

Art. 81.- Reporte anual. *Es deber fundamental del regulado reportar ante la entidad ambiental de control, por lo menos una vez al año, los resultados de los monitoreos correspondientes a sus descargas, emisiones y vertidos de acuerdo a lo establecido en su PMA aprobado.*

Libro VI, “De la calidad ambiental”, Título V Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos”, del TULSMA.

Art. 160.- *Todo generador de desechos peligrosos es el titular y responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final, siendo su responsabilidad:*

- 1. Tomar medidas con el fin de minimizar al máximo la generación de desechos peligrosos,*
- 2. Almacenar los desechos en condiciones ambientalmente seguras, evitando su contacto con el agua y la mezcla entre aquellos que sean incompatibles,*
- 3. Disponer de instalaciones adecuadas para realizar el almacenamiento temporal de los desechos, con accesibilidad a los vehículos recolectores,*
- 4. Realizar la entrega de los desechos para su adecuado manejo, únicamente a las personas autorizadas para el efecto por el MAE o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva,*
- 5. Llevar en forma obligatoria un registro del origen, cantidades producidas, características y destino de los desechos peligrosos, cualquiera sea ésta, de los cuales realizará una declaración en forma anual ante la Autoridad Competente; esta declaración es única para cada generador e independiente del número de desechos y centros de producción. La declaración se identificará con un número exclusivo para cada generador. Esta declaración será juramentada y se lo realizará de acuerdo con el formulario correspondiente,*
- 6. Identificar y caracterizar los desechos peligrosos generados, de acuerdo a la norma técnica correspondiente,*
- 7. Antes de entregar sus desechos peligrosos a un prestador de servicios, deberá demostrar ante la autoridad competente que no es posible aprovecharlos dentro de su instalación.*

**Sección II “Del manejo de los desechos peligrosos”, párrafo 1º,
Recolección**

Art. 164.- Los lugares para el almacenamiento temporal deben cumplir con las siguientes condiciones mínimas:

- 1. Ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos y cumplir todo lo establecido en las normas INEN,*
- 2. El acceso a estos locales debe ser restringido únicamente para personal autorizado provisto de todos los implementos determinados en las normas de seguridad industrial y contar con la identificación correspondiente a su ingreso,*
- 3. Poseer equipo y personal adecuado para la prevención y control de emergencias,*
- 4. Las instalaciones no deberán permitir el contacto con agua,*
- 5. Señalización apropiada con letreros alusivos a su peligrosidad, en lugares y formas visibles.*

**Capítulo III, “De los mecanismos de prevención y control”, Sección II,
“Del registro de los desechos peligrosos”**

Art. 207.- Cada movimiento de desechos peligrosos desde su generación hasta su disposición final, deberá acompañarse de un manifiesto único sin el cual no se podrá realizar tal actividad.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio que destinó Avícola Fernández para ejecutar el proyecto de elaboración de abono orgánico consta de un predio propio localizado en el kilómetro 4 de la vía Buenos Aires - Sacachun, sector que política y jurisdiccionalmente pertenece a la parroquia rural Julio Moreno, del Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. Se encuentra a una altitud de 39 msnm, entre las siguientes coordenadas UTM:

CUADRO No 2: PUNTOS EXTREMOS DE LA GRANJA SACACHUN # 3

PUNTOS	COORDENADAS	
	X	Y
NORTE	562396	9748121
SUR	563642	9747209
ESTE	563335	9746784
OESTE	562086	9747692

Fuente: Arq. Sonia Ramírez, Georeferenciación, 2011

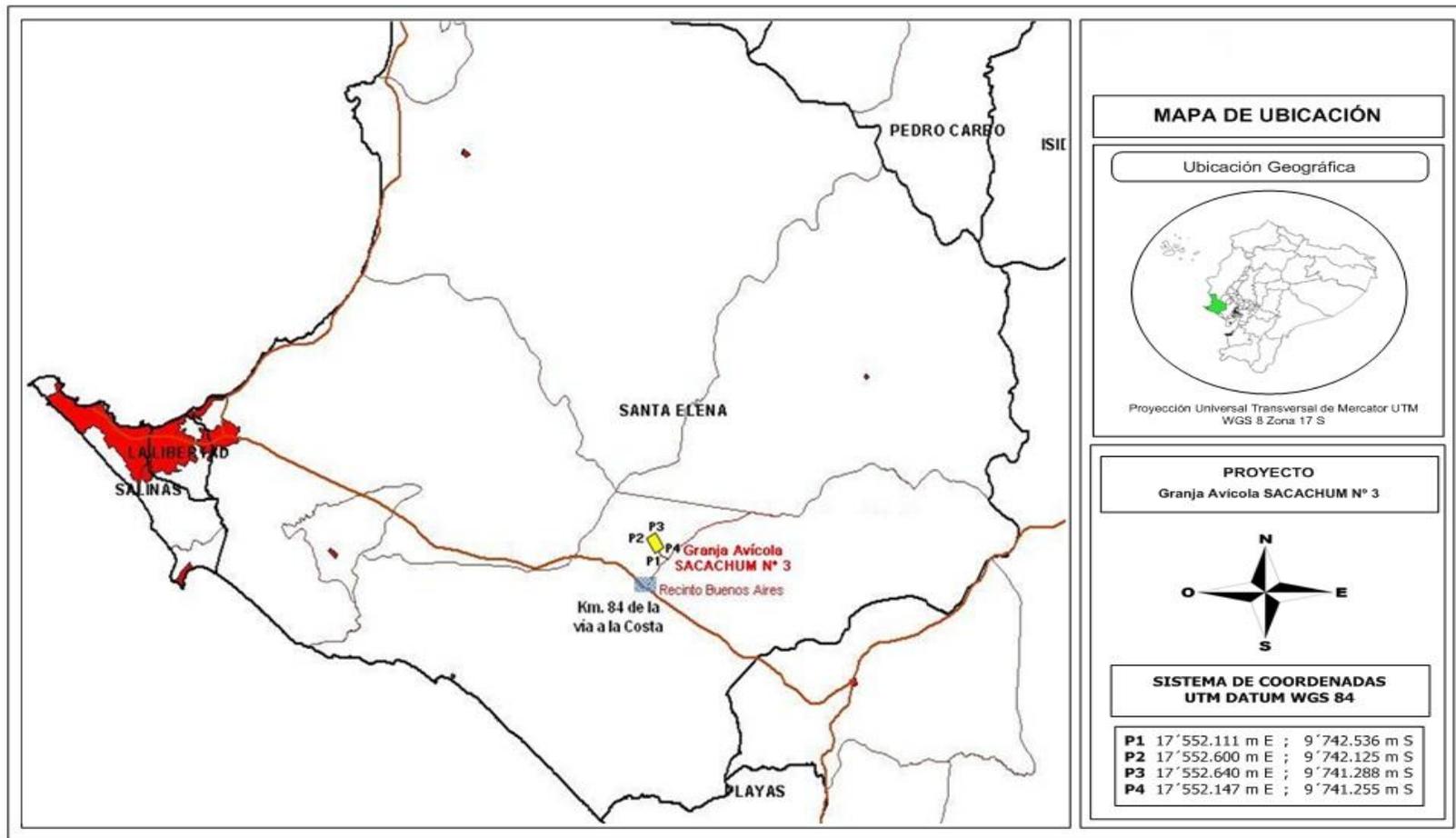
En los Gráficos 1 y 2 se presenta el Mapa de ubicación de la PLANTA DE ELABORACIÓN DE ABONO en relación a la Provincia de Santa Elena y el mapa de coordenadas referenciales, respectivamente.

GRÁFICO No 1: UBICACIÓN DE LA GRANJA SACACHUN N° 3 EN RELACIÓN CON OTRAS INSTALACIONES DE AVICOLA FERNANDEZ



Fuente: Google Earth, Ubicación Geográfica de la Granja Avícola Sacachun N° 3 en el mapa de la Provincia Santa Elena, 2011

GRÁFICO No 2: UBICACIÓN DE LA GRANJA SACACHUN No. 3 EN RELACION CON LAS PROVINCIAS DE SANTA ELENA Y GUAYAS



Fuente: SUIA, Mapa de Coordenadas Referenciales, 2011

4.1. Acceso a las instalaciones productivas

El ingreso a las instalaciones productivas de la PLANTA DE ELABORACIÓN DE ABONO es por el km 84 de la Vía a la Costa, entrando por una carretera de tercer orden vía a la comuna Sacachun, aproximadamente a 4 kilómetros de la vía a la Costa. Por él ingresan y salen los camiones que transportan las materias primas y el producto terminado (abono) y los insumos para el proceso de elaboración.

4.2. Límites de la actividad productiva

Los límites geográficos referenciales en el espacio territorial de la PLANTA DE ELABORACIÓN DE ABONO en sus cuatro costados corresponden a terrenos baldíos.

4.3. Área de influencia de la actividad productiva

Entre los asentamientos poblacionales presentes en los alrededores de la PLANTA DE ELABORACIÓN DE ABONO están:

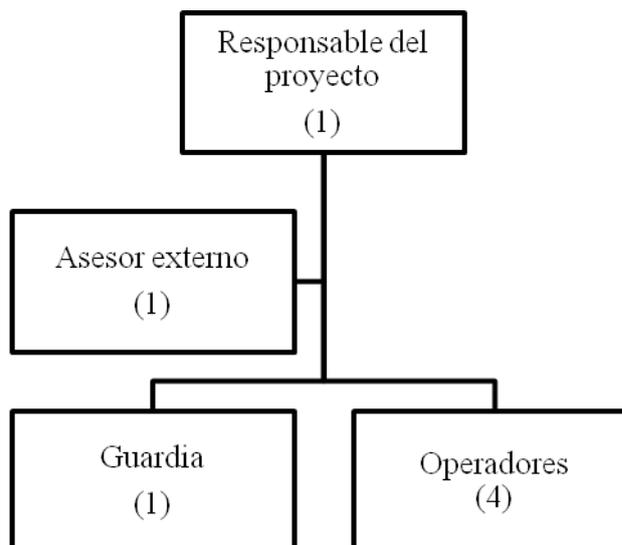
- Comuna de 2 Bocas, ubicada aproximadamente a 3 kilómetros al noreste.
- Recinto Buenos Aires, ubicado aproximadamente a 4 kilómetros al sureste.
- Comuna Sacachun, ubicada aproximadamente a 12 kilómetros al noreste.

4.4. Esquema administrativo y operativo relacionado con el proyecto propuesto

4.4.1. Recurso Humano

En el Gráfico 3 se presenta la estructura administrativa y el personal que labora en las instalaciones productivas

GRÁFICO No 3: ORGANIGRAMA PROPUESTO PARA LA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO



Fuente: Los autores, Organigrama, 2011

4.4.2 Jornada Laboral

El personal operativo de la PLANTA DE ELABORACIÓN DE ABONO laborará de lunes a sábado en dos jornadas:

- Desde las 07h00 hasta las 12h00
- Desde las 14h00 hasta las 17h00

4.4.3. Descripción del Proceso de Fabricación

El compostaje es un proceso biológico termofílico en donde la materia orgánica es descompuesta por una gran cantidad de microorganismos: bacterias, hongos, protozoos, ácaros, miriápodos, entre otros organismos aeróbicos, los cuales digieren los compuestos orgánicos transformándolos en otros más simples (RYNK, 1992).

De acuerdo a lo expuesto por Rynk, esto es fácilmente identificable en los últimos días del proceso de transformación de las materias orgánicas utilizadas, lo cual fue comprobado durante las pruebas realizadas debido a que al inicio del proceso los olores emanados eran característicos de la especie de la cual provenían y al final del proceso de compostaje dichos olores ya no se encontraron en el producto terminado

(abono), así mismo la textura del producto obtenido difirió de la textura de las materias primas.

Este abono orgánico se elabora con el estiércol de los animales de granja (aves, caballos, vacas, ovejas o cerdos), residuos de cosechas, desperdicios orgánicos domésticos y papel (RYNK, 1992).

Tal como lo describe Rynk las materias primas ideales para la elaboración de abono orgánico de alta calidad son: las excretas de animales y para este proceso de investigación también se utilizaron los residuos generados en la planta faenadora de Avícola Fernández, conforme se detalla en el Cuadro No.1 MATERIAS PRIMAS Y SUS FUENTES.

A continuación detallamos las materias primas utilizadas así como su presentación y/o forma de llegada desde los sitios de generación hacia el área de proceso:

A. Excretas de aves de engorde (pollinaza)

La pollinaza tiene como principal componente el estiércol de los pollos de engorde que se crían para la producción de carne. Los nutrientes que se encuentran en la pollinaza se deben a que los pollos asimilan entre el 30% y el 40% de los nutrientes del alimento, lo que hace que en su estiércol se encuentren el restante 60% a 70% no asimilado. El excremento de los pollos varía en su composición de acuerdo a la calidad del alimento y el porcentaje de digestibilidad.

Otros nutrientes importantes que se encuentran en la pollinaza son el fósforo y el potasio. El fósforo es vital para el metabolismo, el potasio participa en el equilibrio, absorción del agua y la función osmótica de la célula, pero es necesario procesar aeróbicamente el excremento de los pollos para transformar los nutrientes que contiene en sustancias asimilables para la planta (MUÑOZ, 2005).

Esta materia prima provino de los procesos productivos de crianza de aves de la compañía Avícola Fernández (Imágenes 1, 2 y 3).

La pollinaza se obtuvo luego de terminado el proceso de crianza de aves, la cual consiste de una mezcla de tamo de arroz con excretas de pollos, al culminar los 45 días de crianza, las aves fueron retiradas de los galpones y la pollinaza fue recogida por personal de la granja en sacos.

IMAGEN No. 1: CRIANZA DE POLLOS



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 1 se puede observar uno de los galpones de crianza de pollos de Avícola Fernández, del cual luego del tiempo de crianza se obtendrá una de las materias primas para la elaboración de abono orgánico.

IMAGEN No. 2: RECOLECCIÓN DE POLLINAZA



Fuente: los autores, agosto 2012.

La Imagen 2 muestra el proceso de limpieza del galpón de crianza de pollos, dicho proceso es realizado por personal operativo de la granja.

IMAGEN No. 3: SACO DE POLLINAZA



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 3 se observa un saco de pollinaza que fue obtenido del proceso de limpieza del galpón de crianza de pollos, listo para ser enviado al área de elaboración de abono orgánico.

B. Excretas de cerdo (cerdaza)

La cerdaza está formada por heces fecales y orina de cerdo mezclados con el material utilizado para su recolección, residuos de alimento, polvo, otras partículas y una cantidad variable de agua proveniente de las labores de lavado y pérdidas desde los bebederos.

La orina representa aproximadamente el 45% de la porquinaza (cerdaza), y las heces el 55%. El contenido de humedad de la porquinaza está en alrededor del 88%, y el contenido de materia seca es del 12%. La densidad de la porquinaza fresca es ligeramente menor de 1,0 kg/l, aunque son comunes las referencias de valores ligeramente superiores a esta cifra. El total de los sólidos tiene una densidad baja, de 0,84 kg/l. La porquinaza porcina tiene sólidos que flotan, otros que se sedimentan y algunos que están en suspensión (SZTEM, 1999).

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, la cerdaza se obtuvo del proceso de tratamiento de residuos de la granja de levante y engorde de cerdos,

denominada Rancho Cielo de Avícola Fernández; existen allí a la presente fecha 11000 unidades de animales de diferentes edades, las mismas que comprenden desde los 21 días (lechones de destete) hasta los 140 días (cerdo listo para la faena), estos animales generan a diario aproximadamente en promedio 4,21kg/cabeza, de los cuales el 12.5% corresponde a la materia seca (cerdaza) y el restante corresponde a orina.

La cerdaza es un subproducto obtenido al finalizar el proceso de crianza de los cerdos, cuya composición en términos generales corresponde a las excretas de los cerdos luego de un proceso de escurrido (Imágenes 4, 5 y 6).

IMAGEN No. 4: GALPÓN DE CERDOS



Fuente: los autores, agosto 2012.

La Imagen 4 muestra uno de los galpones de crianza de cerdos de Avícola Fernández del cual luego del tiempo de crianza se obtendrá una de las materias primas para la elaboración de abono orgánico.

IMAGEN No. 5: SISTEMA DE ESCURRIDO DE EXCRETAS



Fuente: los autores, agosto 2012.

La Imagen 5 muestra el sistema separador de sólidos utilizado para segregar las excretas de la orina de la cerdaza obtenida luego del proceso de limpieza del galpón de crianza de cerdos.

IMAGEN No. 6: SACOS DE CERDAZA



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 6 se puede observar los sacos de cerdaza listos para ser enviados al área de proceso de elaboración de abono orgánico.

En Rancho Cielo, ubicado a 45 km de la Granja de Sacachun, se tratan los purines de cerdo con una solución inicial de EM como pre-tratamiento del abono, todos los purines generados son llevados a través de tuberías hacia el área de tratamiento de aguas residuales, en la cual se realiza la separación de la cerdaza a través de un

equipo denominado separador de sólidos, la cerdaza es recogida en un recipiente metálico previo a su envasado en sacos de 40 kg para luego ser trasladada al área de proceso de abono.

C. Residuos de planta de faenamiento

El contenido ruminal es uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental ya que produce una alta carga orgánica en los efluentes de los rastros que por su forma de depósito llegan a fosas sépticas, basureros municipales y aguas residuales fomentando la contaminación; sin embargo, el contenido ruminal en lugar de ser visto como un contaminante, es una fuente valiosa de nutrimentos cuando se incorpora a las dietas de animales, además posee una gran cantidad microbiana que puede ser benéfica para el suelo, si se pretende el uso del contenido ruminal como abono (MESTRE, 2010).

Los residuos utilizables para la elaboración de abono que se generan en la planta de faena de Avícola Fernández son: contenido ruminal proveniente de la faena de reses, lodos generados de la planta de tratamiento de aguas residuales (Imagen 7) y las grasas provenientes de las trampas de grasa de la misma.

IMAGEN No. 7: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



Fuente: los autores, agosto 2012.

La Imagen 7 muestra la planta de tratamiento de aguas residuales que se generan en el proceso de faenamiento de reses, dicho proceso se realiza en la planta de producción de Avícola Fernández ubicada en el km 46 de la vía a la costa.

Estos productos no fueron utilizados durante el desarrollo de este proyecto debido a que, por temas operativos la planta de faena hasta la fecha en la que se concluyó este proyecto no faenó reses, cuyos subproductos no consumibles pudieran haber constituido un porcentaje importante en la aplicación para la fórmula propuesta del producto.

A continuación en el Cuadro No. 3, se detallan las materias primas utilizadas en el presente estudio y las cantidades que suelen generarse en los establecimientos de Avícola Fernández:

CUADRO No 3: GENERACIÓN DE RESIDUOS EN AVÍCOLA FERNÁNDEZ S.A.

ESTABLECIMIENTOS	MATERIAS PRIMAS (T/mes)	PRODUCTO OBTENIDO	OBSERVACIONES
GRANJA DE CERDOS, SITIO 1	15	Cerdaza	Se evacúa este subproducto mensualmente
GRANJA DE CERDOS, SITIOS 2 y 3	390	Cerdaza	Se evacúa este producto tres veces por semana
GRANJAS DE AVES – SACACHUN	225	Pollinaza	Sólo en las granjas grandes, se evacúa cada 45 días
GRANJA DE AVES – km 86	45	Pollinaza	Sólo en los galpones actuales, se evacúa cada 45 días
GRANJA DE AVES – km 46	15	Pollinaza	Toda la granja de pavos, se evacúa cada 90 días
TOTAL	690		

Fuente: Los autores, proceso de caracterización de residuos en Avícola Fernández, 2011.

D. Agua sin cloro y agua proveniente de las lagunas de oxidación

El agua sin cloro es fundamental para el proceso de compostaje aeróbico, ya que el cloro elimina las bacterias que son una pieza importante para la descomposición de la materia prima; Robert Koch bacteriólogo realizó la investigación demostrando que

el hipoclorito podía destruir cultivos puros de bacterias, las funciones de la membrana resultaban afectadas por el cloro; la cloración causa alteraciones físicas, químicas y bioquímicas en la pared de toda célula, de esta forma se destruye la barrera protectora de la misma dejándola indefensa, disminuyendo sus funciones vitales hasta llevarla a la muerte; como conclusión, el cloro no permite que las bacterias crezcan, se reproduzcan o cause ninguna enfermedad y en este caso no pueden realizar la labor de descomposición (MESTRE, 2010).

El agua que se utilizó en el proceso de elaboración de abono orgánico fue agua proveniente de pozo pero en su mayor parte es agua proveniente de las lagunas de oxidación existentes en las granjas de cerdos de Avícola Fernández; existen tres lagunas de oxidación (Imagen 8) que en conjunto cuentan con 14000 m³ de capacidad, el agua contenida en estas lagunas corresponde mayormente a la porción líquida de las excretas de cerdos.

IMAGEN No. 8: LAGUNAS DE OXIDACIÓN



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 8 se puede observar las lagunas de oxidación que se encuentran en la granja porcina de Avícola Fernández.

4.5. Proceso de elaboración

4.5.1. Pesado de materia prima y mezcla

Una vez ingresadas las materias primas al área de proceso, estas son pesadas y registradas las cantidades para controles de rendimiento. La mezcla para la obtención del abono orgánico de Avícola Fernández se describe en el siguiente Cuadro:

CUADRO No. 4 FORMULACIÓN PROPUESTA PARA EL ABONO

INGREDIENTES	CANTIDADES
POLLINAZA	60%
CERDAZA	40%
BACTERIAS	110g/T (Primera adición) 40g/T (Segunda adición)
AGUA	800Lt/T/día

Fuente: Los autores, Generación de residuos en Avícola Fernández, 2011

4.5.2. Relación C/N (CARBONO/NITRÓGENO) equilibrada

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica, por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco (PIÑEROS, 2010).

La formulación propuesta a Avícola Fernández para la elaboración del abono orgánico incluye la utilización de un 60% de pollinaza como fuente principal de Nitrógeno y un 40% de cerdaza como fuente principal de carbono.

4.5.3. Adición de bacterias (1a. adición)

Como parte esencial para la transformación de la materia orgánica empleada para la elaboración del abono orgánico, fue necesario utilizar un producto denominado EM (microorganismos eficientes) que es un cultivo mixto de microorganismos benéficos, obtenidos de ecosistemas naturales y seleccionados por sus efectos positivos en los cultivos; a continuación detallamos los microorganismos presentes en el EM empleado para este proyecto de investigación:

A. Microorganismos del EM

Transforman las materias orgánicas muertas (plantas, animales) y los residuos provenientes del mundo vivo en materias minerales. Sin esta mineralización de las materias orgánicas efectuada por los microorganismos, no habría ninguna posibilidad de vida en la Tierra. Entre los principales microorganismos benéficos que se utilizan para la transformación de los residuos en abono orgánico, tenemos:

A1. Bacilos, microorganismos particularmente activos en la producción de una amplia variedad de enzimas y antibióticos que juegan papeles esenciales en las distintas tareas de biodegradación.

A2. Pseudomonas, encargadas de producir enzimas como la oxidasa, monooxigenasa y dioxigenasa para degradar los hidrocarburos alifáticos y aromáticos. Por ello, no es sorprendente que se considere a las bacterias del género pseudomonas un paradigma de versatilidad metabólica, y microorganismos claves en el reciclado de materias orgánicas en los compartimentos aeróbicos de los ecosistemas, jugando, por tanto, un papel esencial en la mejora y el mantenimiento de la calidad ambiental.

A3. Trichoderma, componente de especial importancia ya que es un hongo del suelo muy activo en los procesos de amonificación y descomposición de la celulosa; produce antibióticos eficaces contra otros hongos patógenos (CERVANTES).

La Ficha Técnica del producto utilizado para la elaboración del abono orgánico de Avícola Fernández se encuentra en el ANEXO 1.

4.5.4. pH

Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6 - 7,5) (PIÑEROS, 2010).

La adición de bacterias a las camas de abono durante el proceso de elaboración se realizaba previa dilución del EM en cantidades estandarizadas tanto de agua como de EM así como en tiempos igualmente estandarizados.

4.5.5. Adición de agua

Para iniciar el proceso de elaboración de abono se debe ejecutar una adición de agua; empleamos 800 Lt/T de producto, esta agua es tomada de las lagunas de oxidación y transportada en tachos de 220 Lt hacia el área de proceso. En prueba inicial se adicionó el mismo tipo de agua en una relación menor de 500Lt/T lo cual retrasó el proceso de degradación de las materias primas generando una presencia excesiva de moscas durante las primeras semanas del proceso, puesto que la humedad no era suficiente para activar a las bacterias presentes en la solución de EM y no hubo un aumento de temperatura significativo.

4.5.6. Aislamiento: Temperatura

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55°C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos, larvas de moscas y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados (PIÑEROS, 2010).

La etapa de aislamiento es necesaria para brindar el hábitat requerido por los microorganismos del EM para realizar sus funciones específicas en la transformación

de la materia orgánica; durante todas las pruebas realizadas la temperatura obtenida nunca excedió los 50°C.

4.5.7. Riego: Humedad

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos de entre 40-60%. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica.

Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85% mientras que para material vegetal fresco, ésta debe oscilar entre 50-60% (PIÑEROS, 2010).

La adición de agua es vital para el desarrollo del proceso de elaboración de abono orgánico por lo que se debió definir la cantidad necesaria, se realizaron muestreos y posterior determinación del contenido de humedad del producto en proceso, luego de lo cual se determinó y estandarizó la cantidad de agua a adicionar por batch de producción; asimismo, se determinó en campo para el personal operativo del área que cuando un puñado de producto al ser apretado quedase compacto y con la forma de los dedos, esta sería la humedad necesaria para el producto.

4.5.8. Volteo: Oxígeno

El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial; la concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (PIÑEROS, 2010).

Como detallamos en la etapa de aislamiento, al llegar a la temperatura necesaria para la acción de los microorganismos dicha temperatura debe mantenerse ya que si se sube del valor máximo 70°C se inicia el declive del proceso de transformación de la

materia orgánica por muerte de los microorganismos del EM y, si se mantiene por debajo del valor mínimo 40°C se inicia la putrefacción de la materia orgánica por microorganismos oportunistas presentes naturalmente.

Para el presente proyecto, el volteo de las camas de abono (Imagen 9) se realizó cada 15 días, con lo cual se aseguró el mantenimiento de las temperaturas necesarias para el desarrollo del proceso y el aire necesario para el mantenimiento de las bacterias.

IMAGEN No. 9: VOLTEO DE LAS CAMAS



Fuente: los autores, agosto 2012.

La Imagen 9 muestra una de las camas de abono durante la etapa de volteo.

4.5.9. Adición de bacterias (2a. adición)

Luego de 75 días de iniciado el proceso y debido al declive propio de los microorganismos presentes en el EM, resultó necesaria una nueva adición de bacterias, la cual representa un 36% del valor de bacterias EM adicionado al inicio del proceso.

4.5.10. Recolección de abono líquido

El abono líquido es un lixiviado del proceso, corresponde al agua adicionada con arrastre de nutrientes proveniente de las materias primas; este lixiviado se encuentra presente durante todo el proceso pero es recogido al final de la pila, los días

anteriores se puede observar que este lixiviado es de color claro; al momento de la recolección se obtiene un producto de color oscuro.

Culminados los 76 días de proceso es factible obtener abono líquido, el cual fue recogido en el tanque recolector (junto a las camas), del tanque recolector pasó a tambores de 55 galones y luego envasado en presentaciones de 1 galón (4 litros) para su posterior comercialización.

4.5.11. Extensión / Secado

Con el objetivo de eliminar la humedad remanente en el producto final, a los 115 días de iniciado el proceso se debió realizar una extensión del producto facilitando de esta manera el secado del mismo por la acción directa del sol. De igual forma la humedad final del producto debe ser controlada para garantizar el tiempo de vida del producto que de acuerdo a la literatura de la competencia en el mercado es de 12 meses.

4.5.12. Triturado

El tamaño de partícula es un factor determinante en el abono orgánico, es por esto que dentro del proyecto se contempló la adquisición de un molino de martillos para la reducción del tamaño de partículas del producto obtenido. La bibliografía recomienda que el tamaño de partícula deba ser de 13 mm.

En el siguiente Cuadro se resumen algunas de las características principales relacionadas con el proceso de compostaje efectuado y también reportadas en literatura especializada.

CUADRO No. 5 CONDICIONES ÓPTIMAS DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

PARÁMETRO	CONDICIONES ÓPTIMAS	
	Rango Razonable (Reportado en literatura)	Rango Referido (Presente investigación)
Carbono / Nitrógeno	20 – 40	25 – 30
Humedad	40 – 65	50 – 60
Temperatura	40 – 65	55 – 70
pH	5.5 – 9	6.5 – 8.5
Tamaño de partícula	13 mm	1 – 13 mm

Fuente: los auditores, el rango razonable corresponde al descrito por www.controlambientaluraba.blogspot.com.

4.6. Envasado y comercialización

Finalizado el proceso de triturado el abono fue envasado en sacos de 40 kilogramos siendo luego colocados en el galpón de almacenamiento en espera de su comercialización.

Para efectos de este proyecto de investigación el alcance no incluía la comercialización del producto, pero se puede mencionar que dicho proceso lo puede manejar de manera efectiva el Área comercial de Avícola Fernández a través de negociaciones directas con clientes interesados en adquirir el producto; como parte de un proyecto de expansión del negocio, la empresa decidió finalmente que la comercialización se abriría a cada uno de sus puntos de venta (almacenes) en la ciudad de Guayaquil.

4.7. Consideraciones finales del proceso efectuado

A continuación se detalla, de manera gráfica, las etapas más representativas del proceso de elaboración de abono orgánico ejecutado en Avícola Fernández S.A.

IMAGEN No. 10: MATERIAS PRIMAS



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 10 se puede observar los sacos de cerdaza (izquierda) y de pollinaza (derecha) en la presentación que llegan al área de proceso de elaboración de abono orgánico.

IMAGEN No. 11: ARMADO DE CAMAS



Fuente: los autores, agosto 2012.

IMAGEN No. 12: ARMADO DE CAMAS



Fuente: los autores, agosto 2012.

Las imágenes 11 y 12 muestran la etapa de armado de camas la cual se desarrolla manualmente con la colaboración del personal operativo de la planta de elaboración de abono orgánico.

IMAGEN No. 13: ADICIÓN DE BACTERIAS



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 13 se muestra la etapa de adición de bacterias la cual se desarrolla manualmente con la ayuda del personal operativo de la planta de elaboración de abono orgánico.

IMAGEN No. 14: COBERTURA DE CAMA



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 14 se observa la etapa de cobertura de cama la cual se lleva a cabo luego de realizar todas las etapas previas y es de vital importancia ya que favorece la conservación de la temperatura óptima para el funcionamiento de las bacterias degradadoras de la materia.

IMAGEN No. 15: CAMA DE ABONO



Fuente: los autores, agosto 2012.

La Imagen 15 muestra una cama de abono luego del proceso de elaboración, es decir, es producto listo para pasar a la etapa de envasado y comercialización.

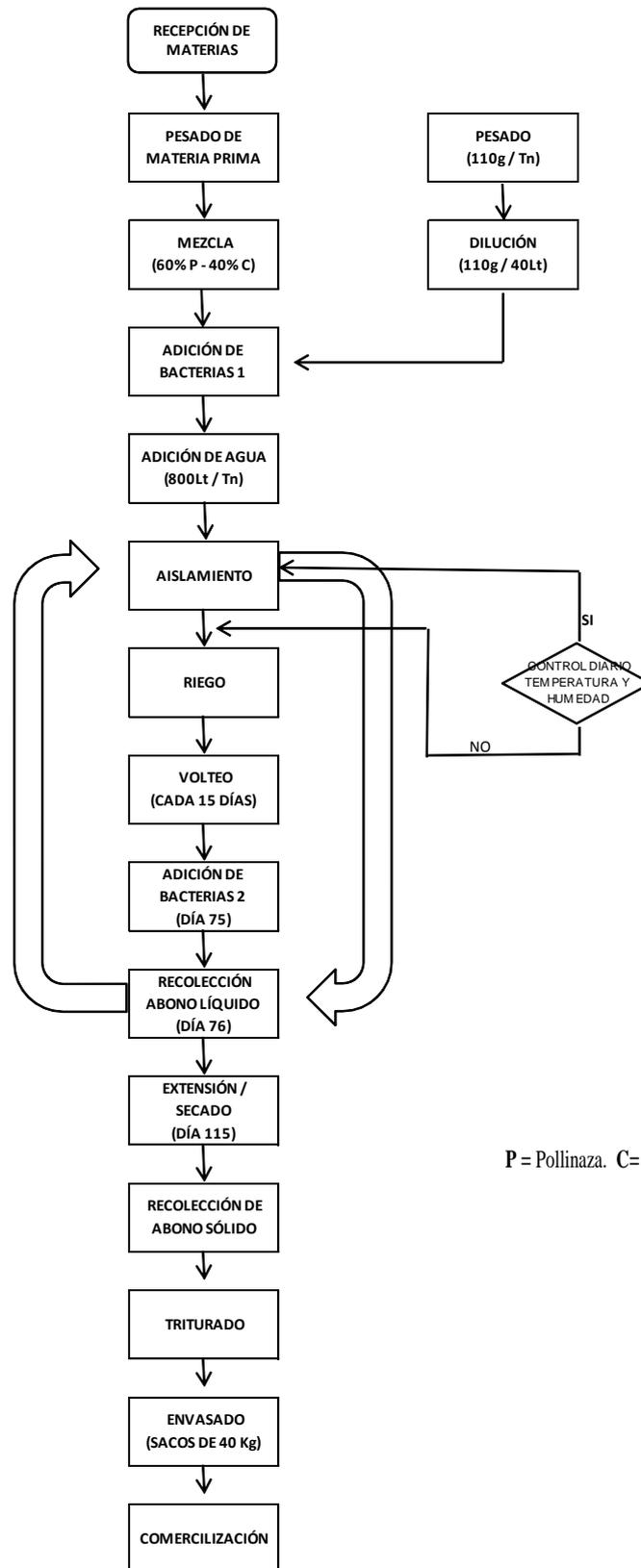
CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Entorno al contexto general del proyecto efectuado y el producto final obtenido

En el gráfico No. 4 se presenta el esquema general del proceso seguido durante la presente investigación.

GRAFICO No.4. FLUJOGRAMA DE PRODUCCIÓN



. Fuente: los autores.

Recordando que el objetivo principal del presente estudio fue el de utilizar todos los residuos generados en el proceso de producción porcina de Avícola Fernández, es decir, 405 T/mes. Por tanto, la fórmula definitiva del abono orgánico de Avícola Fernández relaciona 60% de pollinaza con 40% de cerdaza.

En virtud de la fórmula definida, la cantidad de producto que se utilizó en la primera etapa del proceso fue: 1012,5 T de pollinaza (60%) y 405 T de cerdaza (40%). La producción total de abono requirió de 1417 T de materias primas/mes, es decir que el requerimiento semanal fue de 354 T de materias primas/semana. Es importante mencionar que al final del proceso se obtuvo el 40% de rendimiento con respecto al total de materias primas que ingresaron al proceso.

A fines de 2011, Avícola Fernández S.A. tomó la decisión de retomar como propio el presente proyecto de investigación y apoyarlo con el objetivo de pasar institucionalmente a una fase de manejo más efectivo de sus desechos sólidos; debido a ello se contó con el trabajo de los dos tesis autores del presente documento, la ayuda de un asesor externo y el trabajo de algunos obreros; así se fueron plasmando las siguientes condiciones a comienzos y mediados de 2012.

5.1.1. Preparación del terreno

El área que se destinó para la planta de producción de abonos orgánicos se encuentra en el sector de Buenos Aires, provincia de Santa Elena, el terreno actualmente tiene una extensión de 10000m², mismos en los que se están instalando y adecuando las camas de compostaje.

5.1.2. Instalación de camas

El área de construcción de camas (Imagen 16) y el número de éstas fueron diseñados en base a la cantidad de materia prima que generan las granjas de aves y cerdos.

IMAGEN No. 16: PREPARACIÓN DEL TERRENO



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 16 se puede observar la etapa preliminar del proceso de elaboración de abono orgánico que es la preparación del terreno donde se armó una de las camas de abono.

5.1.3. Canales de recolección

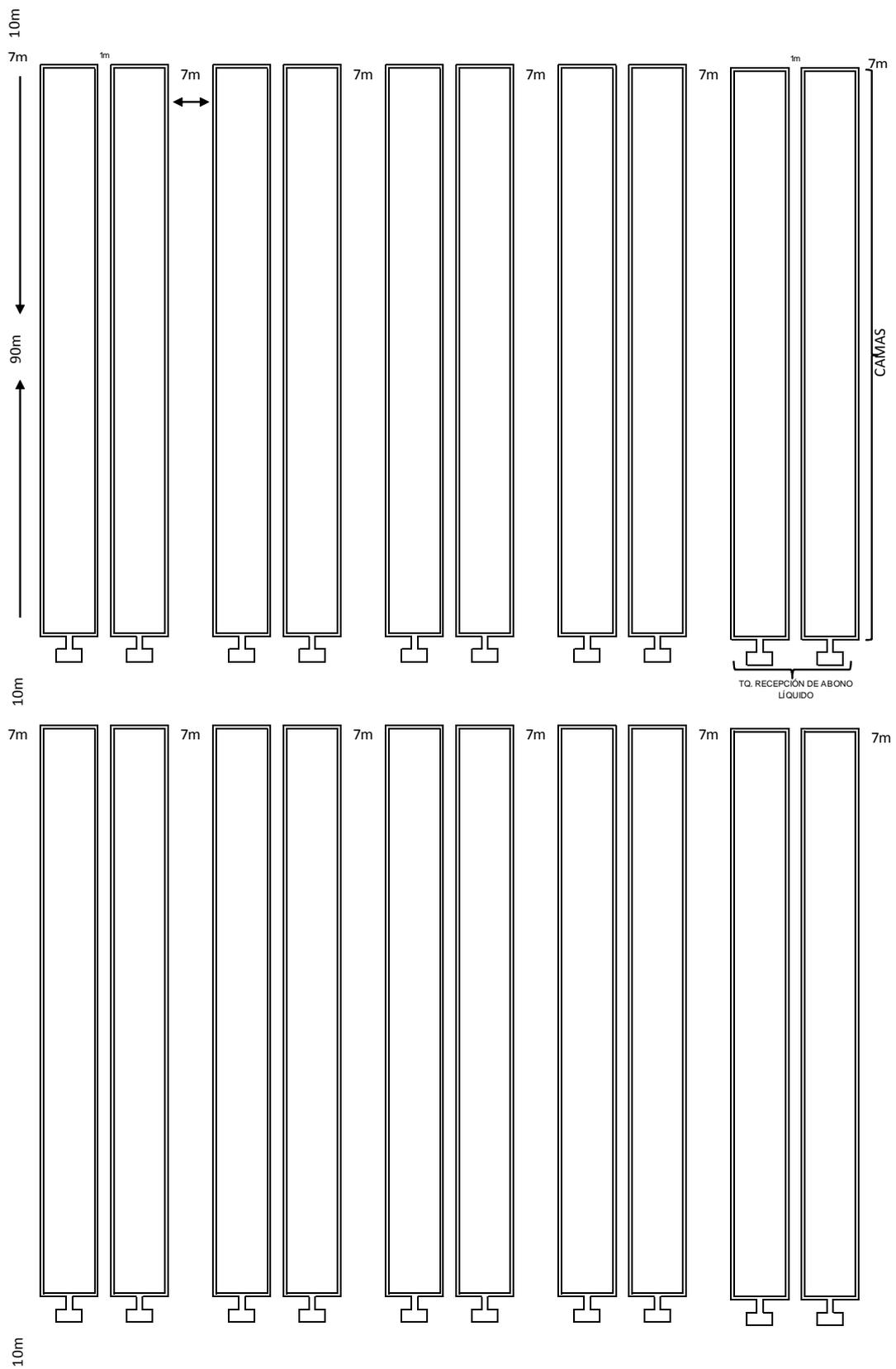
Los canales para recolectar los lixiviados, producto del proceso del compostaje aeróbico se los colocó alrededor de las camas (Imagen 7), estos canales fueron impermeabilizados. La adecuación de los canales de recolección de lixiviados se la realizó para recoger el abono líquido.

5.1.4. Tanques de recolección de abono líquido

Los tanques de recolección del abono orgánico líquido se ubicaron al mismo nivel de las camas.

Para obtener el producto terminado, el proceso necesitó cuatro meses para completar su ciclo, por tal motivo se utilizaron 32 camas distribuidas de acuerdo a lo detallado en el Gráfico 5.

GRAFICO No. 5, DISTRIBUCIÓN DE LAS CAMAS DE ABONO



Fuente: los autores, agosto 2012.

Para la construcción de las camas se necesitó un terreno con las siguientes dimensiones 150m x 250m, utilizándose un **ÁREA TOTAL** de 3,75ha. El esquema de construcción fue la delimitación de 32 camas de 90m de largo por 4m de ancho, con un canal de drenaje de 0,5m de ancho y un tanque de recolección de 2m de largo por 1m de ancho y 1.20m de profundidad. El espacio entre camas fue de 7m, esta distancia fue establecida para permitir el volteo con máquina; asimismo, se dejó una distancia de 10m entre el límite del terreno y el inicio y fin de la cama.

5.1.5. Impermeabilización del suelo

La impermeabilización del suelo se realizó con un plástico de muy buenas características (Geomembrana de polietileno) (Imagen 8), para optimizar la descomposición de la materia prima y para evitar que el lixiviado (abono líquido) se infiltre en el suelo generando pérdida de este producto, y contaminación de aguas subterráneas.

IMAGEN No. 17: IMPERMEABILIZACIÓN DEL SUELO



Fuente: los autores, agosto 2012.

En la Imagen 17 se observa la etapa de impermeabilización del suelo, dicha etapa se realiza luego de la preparación del terreno y es de vital importancia ya que con ella se evita un impacto al suelo por el lixiviado (abono líquido) que resulta del proceso de elaboración de abono asimismo garantiza la recolección del abono líquido.

Para facilitar el proceso de elaboración de abono orgánico se determinó que la altura máxima de las pilas no debía exceder los 1.5m y un ancho de 150m lo que equivale en materias primas a 20T; considerando a una cama de producto como un batch (lote de producción).

A continuación detallamos la evolución de los parámetros físico-químicos (promedio) de las 12 camas elaboradas durante el presente proceso de investigación:

CUADRO No. 6. RESULTADOS PROMEDIOS OBTENIDOS DURANTE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO

PARÁMETRO MEDIDO EN LA CAMA	DÍA											
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Temperatura (°C)	50	48	48	50	40	50	48	48	45	42	35	30
pH	8	8	7.9	7.5	7.5	7.0	7.0	6.9	6.9	6.7	6.6	6.6
Humedad (%)	60	59	60	60	60	58	60	59	60	60	40	40

Fuente: Los autores, 2011-2012.

5.1.6. Temperatura

El día 15 la temperatura llegó a 50 °C debido a dos factores: la actividad de las bacterias presentes en el EM, responsables de realizar la conversión de la materia prima y también, debido a que las camas de producto fueron cubiertas con plásticos que facilitan la retención de la temperatura. Del día 30 al 60 del proceso, la temperatura se mantiene constante tanto por la etapa de volteo que se realiza cada 15 días, así como por el riego de las camas que se ejecuta cuando la humedad está por debajo de la especificación; al día 75 se produce una baja de temperatura debido a la muerte de las bacterias del EM, en ese día poco después de medir la temperatura se realiza una nueva adición de bacterias, lo cual ocasiona que al día 90 la temperatura alcance nuevamente valores altos.

Con el pasar del tiempo, la temperatura se mantiene estable (días 105 a 135 de proceso) por los factores ya indicados; en el día 115 se realiza la etapa de extensión (secado por acción directa del sol) mediante el cual se baja la humedad del producto así como la temperatura del mismo de manera gradual debido a que las bacterias del

EM están en declive de su ciclo de vida y porque ya no se cubre la cama del producto.

5.1.7. pH

Al igual que la temperatura, el comportamiento del pH va a depender de la actividad de las bacterias del EM, al inicio del proceso el pH original de las materias primas fue de 8, con el paso del tiempo y de la degradación de la materia por parte de las bacterias el pH se va modificando (acidificando).

Al día 75 del proceso, en que se realiza una nueva adición de bacterias el pH tiene una suave tendencia a subir por la solución de bacterias adicionada; sin embargo, no alcanza el nivel inicial (de 8). A partir del día 90 (del proceso) el pH comienza a bajar hasta estabilizarse en el día 165 en 6.6, con cuyo valor se obtiene el producto final (abono sólido).

5.1.8. Humedad

La humedad es un factor importante dentro del proceso de elaboración de abono orgánico ya que va a incidir directamente en la actividad de las bacterias del EM, al inicio del proceso las materias primas ingresan con 60% de humedad, la cual por efectos del alza en la temperatura (por la actividad de las bacterias del EM y la acción de la luz solar sobre las camas) va disminuyendo suavemente.

Sin embargo, durante el proceso de elaboración de abono se debe controlar la humedad del producto y en caso de no cumplir la especificación (40-65 %) se debe realizar un riego con agua fresca, al finalizar el proceso de elaboración por el declive de las bacterias del EM y por la etapa de extensión (secado por acción directa del sol) la humedad se disminuye hasta el 40% que es la que lleva el producto final. Todas las etapas son registradas en el Formato Control de Proceso del ANEXO 2.

5.2. Análisis de los parámetros físicos y químicos del producto terminado

A continuación presentamos los resultados de los análisis físico-químicos efectuados al producto abono orgánico sólido:

CUADRO NO. 7 RESULTADOS OBTENIDOS EN UNA MUESTRA TOMADA AL AZAR DEL PRODUCTO TERMINADO



LABORATORIO AROMA
AGRICOLA-AVICOLA-ACUICOLA
Biotecnología

ANÁLISIS DE FERTILIZANTES

DATOS DEL CLIENTE

Órde de Análisis:	11237-1	Teléfono:	2220534
Nombre :	Avícola Fernández	Fax:	2240321-2240186
Remite:	Sra Gladys Naranjo	Ruc:	0992112616001
Dirección:	La Garzota mz. 149 solar 9	Fecha ingreso:	2011.08.25
Provincia:	Guayas	Fecha entrega:	2011.08.31

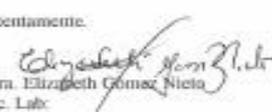
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS:

1.-	Abono orgánico - 3 meses
2.-	
3.-	
4.-	
5.-	
6.-	

ANÁLISIS QUÍMICO

Identifi muestra		1	2	3	4	5	6
Nitrogeno total	%	1.66					
P2O5	%	2.40					
K2O	%	1.03					
CaO	%	4.66					
MgO	%	1.10					
Na	%	-					
Mn	ppm	651.58					
Fe	ppm	4824.62					
Cu	ppm	45.25					
Zn	ppm	31.67					
B	ppm	-					
C.O.	%	18.58					
C/N	%	11.14					
M.O.	%	32.04					
CE	umhos/cm	7.00					
ph		6.63					
Salinidad	%	0.43					
Obs							

Acentuamente,


 Dra. Elizabeth Gomez Nieto
 c.c. Labr

Fuente: Laboratorio AROMA, Guayaquil, 2011.

Los parámetros más importantes que se deben considerar en un abono orgánico sólido son los contenidos totales y disponibles de N (nitrógeno), P (fósforo), K

(potasio), el porcentaje de materia orgánica, la relación C/N (carbono/nitrógeno), pH y conductividad eléctrica (CE).

De los parámetros indicados anteriormente el más importante es la relación C/N (carbono/nitrógeno), la cual se expresa en términos numéricos y su efecto se puede resumir así (FEICÁN, 2011):

- Relación C/N baja (menor de 20): Alta disponibilidad de N (nitrógeno) en el producto.
- Relación C/N media (de 20 a 30): Disponibilidad moderada de N (nitrógeno) en el producto.
- Relación C/N alta (mayor a 30): Baja disponibilidad de N (nitrógeno) en el producto.

Mientras más alta sea la relación C/N, más problemas habrá de disponibilidad de nitrógeno del suelo, es decir que los microorganismos al tener mucho alimento energético (carbono) incrementan el consumo de N (nitrógeno) del suelo para su propio desarrollo provocando deficiencias a las plantas.

El producto obtenido durante el desarrollo de este proyecto de investigación logró un 11,14% de relación C/N (carbono/nitrógeno), lo cual conforme a lo sostenido por Feicán; lo convierte en un producto con alta disponibilidad de nitrógeno y que va a mejorar el rendimiento de los cultivos a los cuales sea aplicado generando rentabilidad a los clientes que opten por su consumo.

5.3. Análisis económico y financiero del proyecto

Los residuos generados en la producción pecuaria de la empresa Avícola Fernández ascienden a 253,13T por semana para lo cual se hace necesario contar con espacio físico para formar 32 camas de abono cada 4 meses, el espacio físico calculado para el desarrollo de este proyecto fue de 4,75ha, por lo cual se tomó la decisión de adquirir un área de 7ha.

Basado en estos datos iniciales se realizaron los análisis económicos y financieros para determinar la viabilidad del proyecto, sin embargo no se consideró la rentabilidad del mismo como un factor determinante para la ejecución del proyecto ya que la elaboración del abono orgánico a partir de los residuos generados en la producción pecuaria de la empresa forman parte de los planes de manejo ambiental de los negocios pecuarios de Avícola Fernández.

5.3.1. Inversión inicial

Para el desarrollo de este proyecto la inversión inicial ascendió a \$258814,00 (Doscientos cincuenta y ocho mil ochocientos catorce y 00/100 dólares), en el Cuadro 8 se detallan los componentes de la inversión inicial así como la depreciación de los mismos cuando aplique:

**CUADRO No. 8 INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO DE ELABORACIÓN DE
ABONO ORGÁNICO
(PRECIO FINAL + DEPRECIACIÓN)**

INVERSION INICIAL		VIDA UTIL (AÑOS)	DEPRECIACION ANUAL
Bomba de agua 5,5 HP	199,00	3	66,33
Caretilla 4,5pie llanta 2c CT452	218,00	3	72,67
Bomba p/tanque	53,76	3	17,92
Trituradora	3.000,00	3	999,99
Volteadora	60.000,00	5	12.000,00
Tanquero 3000 L	5.000,00	3	1.666,65
Camas pavimentadas	51.894,01	20	2.594,70
Caminos lastrados	45.000,00	20	2.250,00
Terreno	14.000,00		
Obras físicas	30.800,00		
Capital de trabajo		8.000,00	
Permisos para funcionamiento	5.000,00		
Puesta en marcha	3.000,00		
TOTAL INVERSION INICIAL	218.164,77		19.668,26 TOTAL DEPRECIACION ANUAL

Fuente: Los autores, 2011-2012.

Dicho monto fue financiado a través de un préstamo a una institución bancaria local gestionado por Avícola Fernández con un plazo de pago a 5 años con una tasa de interés de 9,35% anual.

5.3.2. Ventas proyectadas

En el Cuadro 9 se describe las ventas proyectadas de los productos, tomando en consideración que la producción del abono orgánico sólido es de 1215,024 T/año, ya que el tiempo de proceso de elaboración es de cuatro meses obteniéndose 405,008

T/vuelta (1 vuelta = 4 meses), y los litros de abono líquido producido son 14700 l/vuelta, con base al precio de productos similares en el mercado que es de \$100 dólares la tonelada de abono orgánico y \$1,50 el litro de abono líquido; el total de venta anual ascendería a \$783002,40 (setecientos ochenta y tres mil dos y 40/100 dólares).

CUADRO No. 9 VENTA PROYECTADA

ABONO ORGÁNICO SÓLIDO					
	1	2	3	4	5
DEMANDA (Q)	1215	1300	1400	1500	1600
PRECIO	100,00	104,00	108,16	112,49	116,99
TOTAL	\$ 121.502,40	\$ 135.200,00	\$ 151.424,00	\$ 168.729,60	\$ 187.177,37

ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO					
	1	2	3	4	5
DEMANDA (Q)	441000	445000	446000	447000	448000
PRECIO	1,50	1,56	1,62	1,69	1,75
	\$ 661.500,00	\$ 694.200,00	\$ 723.590,40	\$ 754.221,31	\$ 786.144,95

Fuente: Los autores, 2011-2012.

Se proyectó un incremento en las ventas del 30% durante los 5 primeros años del proyecto, dicha proyección fue aplicada considerando el incremento en el volumen de producción pecuaria de Avícola Fernández.

5.3.3. Costos y gastos

Los costos y gastos que se determinaron para el proyecto se encuentran descritos en el Cuadro 10:

CUADRO No. 10 COSTOS Y GASTOS DEL PROYECTO

	1	2	3	4	5
INGRESOS TOTALES	783.002,40	829.400,00	875.014,40	922.950,91	973.322,32
COSTO DE PRODUCCION	562.808,52	579.692,78	597.083,56	614.996,07	633.445,95
GASTOS DE VENTAS	17.000,00	17.510,00	18.035,30	18.576,36	19.133,65
GASTOS DE ADMINISTRACION	28.846,08	29.711,46	30.602,81	31.520,89	32.466,52
GASTOS DE DEPRECIACION	19.668,26	19.668,26	19.668,26	19.668,26	19.668,26
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	154.679,54	182.817,50	209.624,48	238.189,34	268.607,95
PARTICIPACION TRABAJADORES	23.201,93	27.422,63	31.443,67	35.728,40	40.291,19
UTILIDAD DESPUES DE PARTICIPACIÓN	131.477,61	155.394,88	178.180,80	202.460,94	228.316,76
IMPUESTOS 25%	32.869,40	38.848,72	44.545,20	50.615,23	57.079,19
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	98.608,21	116.546,16	133.635,60	151.845,70	171.237,57
AJUSTE POR DEPRECIACIONES	19.668,26	19.668,26	19.668,26	19.668,26	19.668,26
FLUJOS RELEVANTES	118.276,47	136.214,42	153.303,86	171.513,96	190.905,83

Fuente: Los autores, 2011-2012.

Para el cálculo de los costos de producción se consideró que la porcina es costo cero debido a que este es el principal residuo que debe tratarse para mejorar las condiciones ambientales de la producción pecuaria de Avícola Fernández. El agua de

proceso proviene de las lagunas de oxidación existentes en las granjas de crianza de cerdos de Avícola Fernández, la cual en lugar de contaminar el suelo y/o algún cuerpo hídrico se la utiliza en el proceso de elaboración de abono orgánico evitando de esta manera el consumo de agua potable.

Dentro de los gastos administrativos descritos en el Cuadro 10 se consideraron los sueldos tanto del Responsable técnico del proyecto como del Asesor Técnico; para los gastos de ventas se consideraron los descritos en el Cuadro.

La producción total de abono orgánico sólido y líquido de acuerdo a las estrategias de mercado de Avícola Fernández será comercializado bajo el siguiente esquema:

- 20% en presentaciones de fundas de 2 kilos de abono sólido y envases de 1 litro de abono líquido, a través de los 7 establecimientos con que cuenta Avícola Fernández en la ciudad de Guayaquil: PPG, Garzota, Tejas, Parque California, Mapasingue, Mucho Lote, Polaris.
- 80% destinado a la venta al por mayor en presentaciones de sacos de yute de 40 kilos para el abono orgánico y canecas plásticas de 20 litros para el abono líquido; el mercado objetivo para estos tipos de presentaciones identificado por Avícola Fernández son los cultivos comunitarios de frutas, vegetales y hortalizas de las comunidades del sector de la vía a la costa.

Los principales competidores que elaboran productos de similares características son:

- Cadena de supermercados La Favorita.
- El Rancho
- AGRIPAC

Los productos elaborados por la competencia identificada, cuentan con similares características nutricionales del producto FERNÁNDEZ y sus mecanismos de venta son muy similares, así tenemos:

- Para el caso del producto elaborado por la Cadena de Supermercados La Favorita, en ambas presentaciones, se expende en sus cadenas SUPERMAXI, MEGAMAXI a nivel país;
- El producto que se expende bajo la marca comercial El Rancho, abono orgánico sólido, se distribuye a través de la Cadena de Supermercados El Rosado (MI COMISARIATO) y solo se conoce esta vía de comercialización;
- La comercialización del abono orgánico líquido y sólido con marca AGRIPAC se destina el 100% a las ventas al por mayor a través de su red de distribución conformada por agencias a nivel de casi todo el país.

Como la elaboración del abono orgánico FERNÁNDEZ, en ambas presentaciones, nace por la necesidad de manejar ambientalmente los residuos generados por su producción pecuaria la misma que se desarrolla en la provincia de Santa Elena, se gestionó un acercamiento con la Prefectura de esta Provincia para formar parte del Proyecto Integral de Desarrollo Agrícola, Ambiental y Social de forma Sostenible del Ecuador, conocido como PIDAASSE, el mismo que tiene su influencia en 10000 ha de esta provincia.

El objetivo principal del proyecto, es que este nuevo manejo de los cultivos se realice con abono orgánico, dándole la ventaja a los productos obtenidos al 100% de cumplimiento de los requisitos en lo que respecta a plaguicidas y pesticidas.

Adicionalmente, se realizó un acercamiento con AGROCALIDAD¹ de la misma provincia con la finalidad de que se incluya en las capacitaciones de Sanidad Vegetal a un funcionario de la empresa Avícola Fernández, con el objetivo de entregar muestras del producto para que los agricultores del sector lo utilicen en un proceso de siembra de cultivo. El objetivo principal de estas capacitaciones justamente es impulsar el manejo de cultivos orgánicos en el sector, actualmente Santa Elena cuenta con cultivos de maíz, banano, café, frutales y hortalizas.

¹ Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro

5.3.4. Utilidad del proyecto

La utilidad financiera del proyecto fue determinada tomando en consideración las variables descritas en el Cuadro 10

Los costos financieros de la inversión inicial están dados considerando la tasa de interés bancaria con la que se realizó la operación crediticia que fue de 9.35%.

La venta de este producto generará a la empresa un ingreso de \$783002,40 (setecientos ochenta y tres dos y 40/100 dólares) como lo indicamos anteriormente, considerando que los Costos financieros (intereses de la operación realizada para ejecutar el proyecto) ascienden a \$19650,44 (diecinueve mil seiscientos cincuenta y 44/100 dólares) y la depreciación calculada para los materiales y equipos asciende a \$27440,18 (veintisiete mil cuatrocientos cuarenta y 18/100 dólares).

5.3.4. Factibilidad del proyecto

Valor actual neto (VAN): Es un indicador financiero que mide los flujos de los ingresos y egresos futuros que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, queda una ganancia.

La tasa de descuento a considerar para el cálculo del VAN, puede ser:

- La tasa de interés de los préstamos, en caso de que la inversión se financie con préstamos.
- La tasa de retorno de las inversiones alternativas, en el caso de que la inversión se financie con recursos propios.
- Una combinación de la tasa de interés de los préstamos y la tasa de rentabilidad de las inversiones alternativas.

Basta entonces con hallar el VAN de un proyecto de inversión para saber si dicho proyecto es viable o no.

En resumen, cuando:

- VAN es mayor a cero, la inversión producirá ganancias y el proyecto puede aceptarse.
- VAN es menor a cero, la inversión producirá pérdidas y el proyecto debería rechazarse.
- VAN es igual a cero, la inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas.

Tasa interna de retorno (TIR): Está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) de una inversión sea igual a cero (VAN = 0). Recordemos que el VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente (valor actual), aplicando una tasa de descuento.

Este método considera que una inversión es aconsejable si la T.I.R. resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor (tasa de descuento), y entre varias alternativas, la más conveniente será aquella que ofrezca una T.I.R. mayor. Si la TIR es igual a la tasa de descuento, el inversionista es indiferente entre realizar la inversión o no. Si la TIR es menor a la tasa de descuento, el proyecto debe rechazarse. Si la tasa de descuento es mayor a la TIR, no se debe realizar el proyecto.

La TIR representa entonces, la tasa de interés (tasa de descuento) más alta que un inversionista puede pagar sin perder dinero (resumido a partir de PUGA, 2011).

CUADRO No. 11 CÁLCULO DE LA TIR Y DEL VAN

INVERSION INICIAL	FLUJOS					
	1	2	3	4	5	
	-218.164,77	118.276,47	136.214,42	153.303,86	171.513,96	190.905,83
TIR	57,09%					

TIR	57,09%
COSTO DE CAPITAL	9,35%

VALOR ACTUAL NETO DE LA INVERSION \$ 363.219,63

Fuente: Los autores, 2011-2012.

Luego de realizar determinar todos los costos, gastos del proyecto y las ventas proyectadas calculamos el valor de la TIR y del VAN para poder establecer la factibilidad del proyecto.

Cabe indicar que hay costos que van a ser 0 (cero) debido a que son desechos generados por las actividades avícolas y porcícolas de Avícola Fernández, lo cual va a tener gran impacto en los costos del proyecto; por lo que a simple vista es fácil distinguir que el proyecto es económica y ambientalmente factible.

A pesar de esta información se realizaron los análisis de la TIR (Tasa Interna de Retorno) y del VAN (Valor Actual Neto), a través de los cuales se corroboró la factibilidad del Proyecto, ya que se obtuvo una TIR de 57.09% y un VAN positivo; conforme a lo indicado por Puga si la TIR es alta y el VAN es mayor a cero el proyecto es rentable y por ende factible.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La situación actual de las granjas, especialmente de la granja porcina de Avícola Fernández, empujó a la directiva de la empresa a emplear alternativas que permitan aprovechar los residuos generados en las actividades agrícolas, la alternativa escogida fueron los procesos de biodegradación en compostaje y elaboración de abonos orgánicos, con la finalidad de enriquecer así el suelo y permitir un buen desarrollo de microorganismos y a su vez estimulación al desarrollo de cultivos de mejor calidad y a un menor costo para los productores.
- El esquema organizacional propuesto para la planta de elaboración de abono orgánico resulta bastante bueno para la obtención de los resultados del proyecto.
- La formulación propuesta aseguró que el producto terminado obtenga una relación C/N (Carbono/Nitrógeno) adecuada para el óptimo desarrollo de los cultivos a los que se aplique el abono.
- Se definió que a los 75 días de proceso se hace necesaria la adición de bacterias a fin de garantizar una adecuada conversión de la materia prima.
- Cumpliendo con la frecuencia de desalojo de residuos (pollinaza y cerdaza) de los galpones de crianza, se asegura un adecuado manejo ambiental de ambas actividades de crianza y la disponibilidad de materia prima para el proceso de elaboración de abono.
- La calidad del agua empleada para la etapa de riego del abono, debe asegurar la continuidad del proceso de conversión (vida de las bacterias), por ello se empleó agua libre de cloro.

- La realización de las etapas de riego y volteo en los tiempos establecidos fue de vital importancia para el producto obtenido, ya que con ella se aseguró la humedad y temperatura óptimas para la actividad de las bacterias que convirtieron la materia prima (pollinaza y cerdaza).
- El control constante de los parámetros de proceso (temperatura, humedad, pH) aseguró la calidad del producto final (abono orgánico sólido).
- Debido a que los factores financieros como la TIR de 57.09% y el VAN positivo, podemos concluir que el proyecto es factible (rentable).
- La negociación a través de la alianza institucional que desarrolló Avícola FERNÁNDEZ con el Concejo Provincial de Santa Elena, es una estrategia no desarrollada por la competencia que aportará con un mercado seguro para la comercialización del producto.

6.2. Recomendaciones

- Se debe reprocesar el producto no conforme (producto que no alcanzó los parámetros de calidad) que corresponde a la primera y segunda prueba de proceso, para realizar la corrección se le añadirá una parte de cerdaza a dos partes del producto no conforme.
- Toda materia prima que ingrese para su proceso debe ser pesada, y su peso registrado.
- Se debe trabajar con pesos y no en proporciones como se lo hizo en un inicio.
- Se debe disponer de agua, 3000lts por cama de abono formada, únicamente para el proceso de armado.
- Se debe disponer de 1000lts de agua por cama cada quince días para su humectación.
- Se debe vacunar a todo el personal involucrado en la recolección de materia prima y proceso de elaboración de abono contra la hepatitis para minimizar riesgos de contaminación.
- Por las cantidades de producto a manejar se recomienda el uso de una volteadora mecánica.
- Se debe considerar la compra del terreno por el sector de El Azúcar, por la disponibilidad de agua, por la cercanía a las fuentes de generación y sobre todo por ser el área agrónomamente activa del sector.
- Mientras se adecúa el área definitiva y se adquieren los equipos se continuará preparando abono en las instalaciones existentes.

7. Bibliografía

ASAMBLEA CONSTITUYENTE. 2008. Constitución de la República del Ecuador. Publicada en el Registro Oficial N° 449, Quito.

CATAÑO, Carlos. 2011. www.mailxmail.com/curso-agricultura-ecologica/agricultura-ecologica-abonos-organicos, Revisión: Julio 2012.

CERVANTES, Miguel. www.infoagro.com, Microorganismos del suelo beneficiosos para los cultivos. Revisión: Agosto 2012.

CONGRESO NACIONAL. 1999. Ley de Gestión Ambiental. Ley N° 37. Registro Oficial N° 245, Quito.

CONGRESO NACIONAL. 2000. Ley Reformatoria al Código Penal. Registro Oficial N° 2, Quito.

FEICÁN, Carlos. 2011. [www.iniap.gob.ec/documentos/Manual de producción de abonos orgánicos](http://www.iniap.gob.ec/documentos/Manual%20de%20producci%C3%B3n%20de%20abonos%20org%C3%A1nicos), Revisión: Agosto 2012.

Google Earth. 2011. Ubicación Geográfica de la Granja Avícola Sacachun N° 3 en el mapa de la provincia Santa Elena, Revisión: Agosto 2012.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2003. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente del Ecuador - TULSMA. Emitido mediante Decreto Ejecutivo N° 3516, del Registro Oficial “Edición Especial N° 2”, Quito.

MESTRE, Tirso. 2010. www.tirsomestre.blogspot.com, Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de compost, Revisión: Julio 2012.

MUÑOZ, José. 2005. Compostaje en Pescador Cauca: Tecnología aplicada para el manejo de residuos orgánicos y su contribución a la solución de problemas

medioambientales. Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

NOBOA, Ernesto. 2006. www.dolarizacionecuador.com DEL PENSAMIENTO ESTRATÉGICO AL DESARROLLO DE VENTAJAS COMPETITIVAS, Revisión: Julio 2012.

ORENE, Moura. 2003. www.orene.org, Compostaje, Revisión: Agosto 2012.

PIÑEROS, Alejandra. 2010. www.qidatumundo.blogspot.com, Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico. Revisión: Agosto 2012.

PUGA, Miguel. 2011. www.mpuga.com, Van y Tir. Revisión: Noviembre 2012.

RESTREPO, Jairo. 2007. www.motril.es, ABONOS ORGÁNICOS FERMENTADOS, Revisión: Julio 2012.

RYNK. 1992. [www.cfe.cornell.edu/compost/OnFarm Handbook/coverpg.html](http://www.cfe.cornell.edu/compost/OnFarm%20Handbook/coverpg.html), On Farm Composting Handbook, Edición 52, Revisión: Julio 2012.

SISTEMA UNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL (SUIA). 2011. Mapa de coordenadas referenciales, Revisión: Agosto 2012.

SZTEM, Daniel. 1999. www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compost.pdf. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos, Revisión: Julio 2012.

www.controlambientaluraba.blogspot.com, Compostaje aeróbico, 2010. Revisión: Agosto 2012.

8. ANEXO