



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

APROVECHAMIENTO DEL DESECHO DE MATERIA PRIMA DE LA AGROINDUSTRIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO

Claudia Sucelly Vela Alvarez

Asesorado por el Ing. Danilo González Trejo

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APROVECHAMIENTO DEL DESECHO DE MATERIA PRIMA DE
LA AGROINDUSTRIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CLAUDIA SUCELLY VELA ALVAREZ

ASESORADO POR EL ING. ERWIN DANILO GONZÁLEZ TREJO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elva Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford de Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

APROVECHAMIENTO DEL DESECHO DE MATERIA PRIMA DE LA AGROINDUSTRIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha enero de 2013.



Claudia Sucelly Vela Alvarez

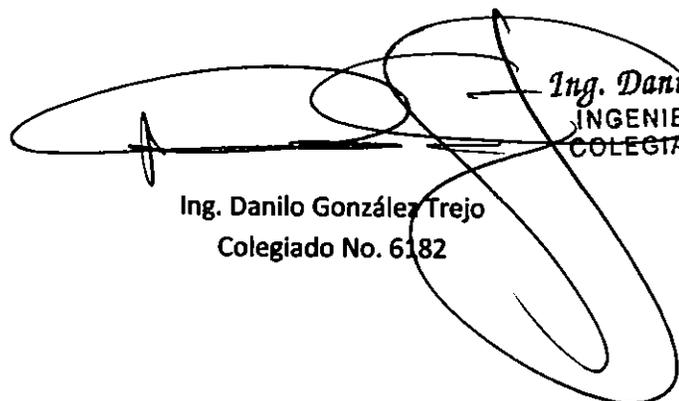
Guatemala, 26 de Septiembre de 2013

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería

Estimado Señor Director:

Por este medio le informo, que he asesorado el trabajo de graduación con el título **APROVECHAMIENTO DEL DESECHO DE MATERIA PRIMA DE LA AGROINDUSTRIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO**, elaborado por la estudiante Claudia Sucelly Vela Alvarez, con carnet 200714902, previo a obtener el título de Ingeniera Industrial.

Manifiesto conformidad en su contenido y estructura, por lo que no tengo objeción alguna para su aprobación, solicitándole darle el trámite respectivo.


Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Danilo González Trejo
Colegiado No. 6182



REF.REV.EMI.185.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **APROVECHAMIENTO DEL DESECHO DE MATERIA PRIMA DE LA AGROINDUSTRIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO**, presentado por la estudiante universitaria **Claudia Sucelly Vela Alvarez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.271.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **APROVECHAMIENTO DEL DESECHO DE MATERIA PRIMA DE LA AGROINDUSTRIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO**, presentado por la estudiante universitaria **Claudia Sucelly Vela Alvarez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2013.

/mgp



Ref. DTG.726.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **APROVECHAMIENTO DEL DESECHO DE MATERIA PRIMA DE LA AGROINDUSTRIA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO**, presentado por la estudiante universitaria **Claudia Sucelly Vela Alvarez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRIMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, octubre de 2013



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Porque de él es la honra y la gloria, por darme su amor y los medios que me llevaron a lograr esta meta.

Mis padres

Francisco Vela e Isabel Alvarez, por su apoyo incondicional y su amor será siempre mi inspiración.

Mi hermano

Héctor Vela Álvarez, por estar presente y su apoyo moral y depositar su confianza en mis logros.

Mi familia

Por ser una fuente de apoyo y ánimo a continuar mis metas.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por instruirme y ayudar a construir uno de mis sueños.
Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mis amigos de la facultad	Pamela Veras, Rigo Tobar, Jhonatan Chan, Alejandro Domínguez, Sergio Donis y Walter Veliz.
Mi asesor	Danilo González, por ser una ayuda importante para la realización de este trabajo.
Mis catedráticos	María Martha Wolford y Dilma Mejicanos, por su apoyo y su amistad.
Mi familia	Por estar siempre pendiente y darme ánimos a seguir adelante.
Mis compañeros de trabajo	Por animarme a seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Inicios de la empresa en Guatemala	1
1.2. Información general.....	1
1.2.1. Descripción general de LEGUMEX, S. A.....	2
1.2.2. Ubicación	2
1.2.3. Misión	3
1.2.4. Visión.....	4
1.2.5. Política de calidad.....	4
1.3. Tipo de organización	5
1.3.1. Organigrama.....	6
1.3.2. Descripción de las operaciones	7
1.4. Exportación de productos	8
1.4.1. Variedad de productos frescos y congelados	9
1.4.2. Control de calidad.....	10
1.5. Distribución.....	10
1.5.1. Ubicación estratégica	11
1.5.2. Países a exportar.....	11

2.	SITUACIÓN ACTUAL	13
2.1.	Descripción general de los productos	13
2.2.	Detección de áreas de desecho	19
2.2.1.	Descripción general de desecho	21
2.2.2.	Cantidades manejadas.....	24
2.3.	Proceso de manejo de desechos sólidos.....	25
2.3.1.	Recolección de desechos.....	26
2.3.2.	Manejo y deposición final de desechos.....	28
2.4.	Foco de contaminación generado	29
2.4.1.	Contaminación ambiental.....	30
2.4.2.	Contaminación humana.....	31
3.	PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL DESECHO Y LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO.....	33
3.1.	Planeación de procesos para la elaboración de abono orgánico	34
3.1.1.	Beneficios del aprovechamiento del desecho	35
3.1.2.	Clasificación de desechos utilizables	37
3.1.3.	Clasificación de los abonos.....	38
3.1.3.1.	Ventajas y desventajas.....	40
3.1.3.2.	Propiedades orgánicas.....	42
3.1.4.	Procesos ideales para elaboración de abono.....	44
3.1.4.1.	Tratamiento de desechos.....	50
3.1.4.2.	Tiempo de elaboración.....	55
3.2.	Utilización de recursos de la empresa.....	56
3.2.1.	Instalaciones	57
3.2.2.	Maquinaria.....	59
3.2.3.	Personal	62
3.2.4.	Tiempo	67

3.3.	Costos	69
3.3.1.	Manejo de desechos.....	70
3.3.2.	Utilización de recursos.....	72
3.3.3.	Relación Beneficio Costo.....	74
3.3.3.1.	Generación de utilidades	75
3.3.3.2.	Optimización de los recursos.....	77
4.	IMPLEMENTACIÓN.....	79
4.1.	Plan de acción	80
4.1.1.	Elaboración de abono orgánico	85
4.1.1.1.	Implementación del plan.....	88
4.1.1.1.1.	Materias orgánicas	88
4.1.1.1.2.	Procedimientos de aplicación	91
4.1.1.1.3.	Reducción de desperdicio	94
4.1.2.	Entidades responsables	95
4.1.2.1.	Gerencia	95
4.1.2.2.	Producción.....	96
4.1.2.3.	Mantenimiento	96
4.2.	Manejo de desechos	97
4.2.1.	Clasificación.....	97
4.2.2.	Deposición.....	98
4.2.3.	Tratamiento.....	99
4.3.	Análisis de mercado	100
4.3.1.	Descripción del producto	100
4.3.2.	Descripción de insumos.....	102
4.3.3.	Análisis de demanda	102
4.3.4.	Comercialización	103

5.	IMPACTO AMBIENTAL	107
5.1.	Reducción de impacto ambiental	107
5.1.1.	Plan de acción.....	108
5.1.1.1.	Mejoramiento del manejo de desechos	108
5.1.1.2.	Disminución de uso de abonos químicos	109
5.1.2.	Entidades relacionadas	110
5.1.2.1.	MARN.....	110
5.1.2.2.	Municipalidad de El Tejar	111
5.1.3.	Resultados esperados.....	112
5.1.3.1.	Disminución de desechos sólidos	112
5.1.3.2.	Mejoras a través del uso de abono orgánico.....	113
	CONCLUSIONES.....	115
	RECOMENDACIONES	117
	BIBLIOGRAFÍA.....	119
	APÉNDICES.....	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación de Legumex, S. A.....	3
2.	Organigrama general agroindustria Legumex, S. A.	7
3.	Túnel de congelado (IQF)	15
4.	Funcionamiento de sistema IQF	16
5.	Clasificación de arveja china.....	17
6.	Evaluación de producto al ingreso a planta	20
7.	Punto de control en proceso	21
8.	Desecho de brócoli	23
9.	Alimentación de ganado.....	26
10.	Evaporación de agua en el compost	47
11.	Resultado de compost	49
12.	Distribución de la planta	58
13.	Báscula con tolva	60
14.	Cortadora industrial de alimentos.....	61
15.	Fases de compostaje	68
16.	Etapas del proyecto	81
17.	Saco de compost.	105

TABLAS

I.	Variedad de productos	9
II.	Importadores	11
III.	Costos de materia prima	18
IV.	Factores que influyen en el deterioro de los productos.	22

V.	Cantidades de desechos manejadas.....	25
VI.	Matriz FODA, elaboración de abono orgánico.....	33
VII.	Matriz de estrategias de cuatro estaciones	34
VIII.	Beneficios de abonos orgánicos para los suelos.....	37
IX.	Pérdidas por costo de desecho anual.....	38
X.	Utilización de productos para elaboración de compost.....	45
XI.	Características para el control de estabilidad de compost.....	49
XII.	Porcentaje de humedad en los desechos.....	56
XIII.	Perfil operario de optimización de desecho	64
XIV.	Perfil jefe de departamento optimización de recursos	65
XV.	Perfil capacitador de optimización de recursos	66
XVI.	Costo de desecho anual por producto	70
XVII.	Beneficios de la utilización de recursos en Legumex, S. A.	73
XVIII.	Costo mensual de desecho	77
XIX.	Productos comunes y productos por etapas.....	89
XX.	Fertilizantes químicos comparados con abono orgánico	101

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
C	Carbono
H	Humedad
Inv.	Inventario
lb	Libras
Mz.	Manzanas (área)
Mec.	Mecánica
m³	Metros cúbicos
N	Nitrógeno
pH	Potencia de Hidrogeno
Prod.	Producción
C/N	Relación Carbono/Nitrógeno
°C	Temperatura en grados Celsius

GLOSARIO

Abono	Sustancia orgánica o inorgánica que mejora la calidad del sustrato a nivel nutricional, para las plantas en proceso de marchitación en este.
Bio-fermentación	Proceso biológico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, siendo el producto final un compuesto orgánico.
Cadena de frío	Cadena de suministro a temperatura controlada a temperatura baja, generalmente en productos alimenticios es utilizada.
Carbonización	Proceso en virtud del cual restos orgánicos acumulados en estratos de la corteza terrestre en épocas pasadas, van perdiendo hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y aumentando su proporción de carbono.
Compost	Producto que se obtiene del compostaje y compuestos que forman o formaron parte de seres vivos en un conjunto de productos de origen animal y vegetal, para su utilización como abono en la jardinería y la agricultura.
Compostaje	Materia en proceso de transformación de desecho la para obtener el compost.

Desecho	Material y producto no deseado que se necesita eliminar.
Efecto quelatente	Efecto que consta de la formación de cadenas de nutrientes a través, de la unión de compuestos químicos.
Enzima	Proteína compleja que producen un cambio químico específico en todas las partes del cuerpo que componen.
HACPP	Hazard Analysis and Critical Control Points Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.
Humificación	Formación de sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos.
Individual Quick Frozen (IQF)	Proceso de cadena de suministro alimenticio, en el que se congelan alimentos en porciones individuales a través de un congelado rápido.
Intercambio catiónico	Intercambio de proteínas y nutrientes por medio de los cationes contenidos en una cadena nutricional de un elemento.

Materia orgánica	Producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte
Microbial	Proceso en el cual intervienen microorganismos.
Microorganismo	Ser vivo que solo puede visualizarse con el microscopio.
Mineralización	Proceso de descomposición de la materia orgánica del suelo, en el cual se libera nitrógeno inorgánico.
Nitrato	Compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O)
Patógeno	Agente biológico que puede producir enfermedad o daño a la biología de un huésped, sea humano, animal o vegetal.
Pirolisis	Descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales causada por calentamiento en ausencia de oxígeno.

RESUMEN

Este trabajo se basa en la elaboración de una propuesta para mejorar la productividad de agroindustria Legumex, S. A., a través del aprovechamiento de desecho de materia prima.

La optimización de recursos, puede realizarse a través de la utilización de los mismos para la elaboración de abono orgánico, logrando así el aprovechamiento de desecho de materia prima, tras pasar por la clasificación necesaria para ser parte de esto.

La realización de abono orgánico, es una sustancia mejorada, que devuelve a los suelos sobre los cuales es aplicado, los nutrientes y características que garantizan un aumento en la productividad y mejor intercambio de nutrientes entre la planta y el suelo.

El proceso de compostaje consta de procesos aeróbicos, que funcionan a través de la descomposición de los desechos, hasta un punto de temperatura en el que mueren todos los microorganismos y patógenos, dejando la mezcla libre de cualquier impureza, y en la siguiente fase, la mezcla termia de homogeneizarse por medio de respiración y estabilización de la temperatura.

La implementación de la propuesta de este trabajo, puede ser vista como una oportunidad de negocio a través de un análisis de mercado, en el cual se establece la demanda del producto, proporcionando una oferta agradable y económica al medio ambiente y a los productores grandes de productos agrícolas.

En el tema ambiental, el aprovechamiento de desechos para la elaboración de abono orgánico, proporciona una ventaja y garantiza la protección y el apoyo para el cuidado del medio ambiente.

La Municipalidad de El Tejar, y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se encargan de velar por que Legumex, S. A., mantenga en regla el convenio que se estableció para el manejo y deposición final de desechos, con la finalidad de mantener un ambiente sano y agradable.

OBJETIVOS

General

Aprovechar los desechos de la materia prima de la agroindustria para la optimización de los recursos.

Específicos

1. Aprovechar la mayor cantidad de desecho posible, para optimizar recursos que la empresa posee, recuperando la inversión de desperdicio por la venta de abono orgánico.
2. Maximizar las utilidades de la empresa y minimizar los gastos por compra de desecho de materia prima que no es utilizada, a través de la creación del abono orgánico y su utilización en cultivos.
3. Minimizar el impacto ambiental y crear una conciencia de reciclaje en la empresa, a través de la reutilización de desechos de forma adecuada.
4. Seleccionar y proponer los métodos más convenientes para la elaboración de compost o abono orgánico.
5. Determinar la metodología adecuada para la elaboración de abono orgánico, tomando en cuenta la naturaleza, propiedades y calidades de las materias primas utilizadas dentro de la empresa.
6. Adecuar el marco legal para el manejo de desechos, sin desviarse de los procesos estándares de la empresa

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las agroindustrias buscan la manera de maximizar las utilidades y de reducir los costos de producción y gastos, con el objetivo de optimizar los recursos con los que se cuenta, incluyendo tanto el recurso material como el recurso humano, pues siendo un país completamente agrícola y beneficiado con variedad de productos para la exportación y el consumo nacional.

La importancia que se le da a la productividad en una empresa se ve reflejada a través de la utilización adecuada y reorganización constante de los recursos, para lograr un nivel óptimo alcanzable, y aprovechar así a cada uno de los recursos y establecer un sistema de mejora continua.

Legumex, S. A., como una de las agroindustrias más reconocidas en Guatemala, siendo un productor grande en el mercado internacional como uno de los más grandes exportadores del país, produce anualmente grandes cantidades de materia prima y así como esta, el desecho de la misma.

El aprovechamiento del desecho de materia prima, representa una fuente de oportunidades para la maximización de ganancias de la empresa, además de ser una forma para optimizar los recursos a través de la utilización de los desechos, dejando de ser un gasto que no puede evitarse, al comprar la materia prima.

La propuesta para el aprovechamiento de los desechos, por medio de la elaboración de abono orgánico realizado con el mayor porcentaje de los

desechos, incluso el total de los mismos, representa un gasto menos de hasta un 50 por ciento de los gastos por compra de materia prima inservible, sin tomar en cuenta los gastos que representa el manejo de los mismos.

La realización de abono orgánico, es una fuente de productividad para los suelos, pues beneficia grandemente la recuperación de nutrientes de los mismos, proveyendo los nutrientes necesarios para estabilizar el suelo sobre el cual se aplique, de forma química, física y biológica.

Desde el punto de vista ambiental, el aprovechamiento del desecho de materia prima, beneficiará grandemente al medio ambiente, pues el reciclaje y la reutilización de los desechos, garantiza un ambiente más limpio, con menos riesgos para la población, y con la optimización del recurso natural de manera adecuada.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Inicios de la empresa en Guatemala

Legumex, S. A., comienza en Guatemala hace más de 30 años, como una empresa 100 por ciento dedicada a la agricultura, con producción de arveja; ejote y mini-vegetales; alrededor de 1976, el área de cultivo era de unas 2 manzanas., en 1980 fueron 315 manzanas, y en 1990 unas 522 manzanas. Por lo que en 1991 se convierte en una empresa grande con necesidad de desarrollar una planta procesadora de vegetales frescos, con una capacidad de 3 400 toneladas métricas anuales, logrando a finales de 1995, contar con un área de cultivo de 3 475 manzanas anuales y una planta de proceso de productos frescos, así como también una de productos congelados, que cuenta con un sistema Individual Quick Frozen (IQF), para el proceso de congelación. Hoy en día Legumex, S. A., produce más de 17 500 toneladas anuales, para la exportación de productos procesados a países de Europa, Asia y Estados Unidos.

1.2. Información general

A continuación se presenta una breve historia de agroindustria Legumex, S:A., así como la descripción de las actividades que realiza la empresa como exportadora de alimentos frescos y congelados.

1.2.1. Descripción general de Legumex, S. A.

Legumex, S. A., es una empresa dedicada al procesamiento y empaque de vegetales y fruta fresca y congelada, empresa fundada con la finalidad de exportar sus productos a países como Estados Unidos y Europa, aprovechando el gran potencial de las tierras guatemaltecas para la producción y el cultivo de los productos. La combinación de los mercados de productos frescos y congelados, administra más de 5 215 manzanas anuales, la empresa también cuenta con más de 500 empleados, motivados por los superiores y logrando el entusiasmo del personal para desarrollar su trabajo, con los altos estándares productivos y sentirse en un ambiente agradable de trabajo.

1.2.2. Ubicación

Agroindustria Legumex, S. A., es una de las empresas de mayor exportación en Guatemala de este tipo, y se encuentra localizada en el departamento de Chimaltenango, municipio de El Tejar sobre la carretera Interamericana en el kilómetro 52,5.

La planta está ubicada en un punto estratégico, pues en el altiplano de Guatemala, se cultiva una gran variedad de vegetales, gracias a que el clima de la región es favorable tanto para la producción, transporte y mantenimiento de los productos, ya que pueden conservarse muy buen estado, y a que al ser templado es más fácil mantener los productos a una temperatura adecuada.

El mapa que se presenta a continuación contiene la ruta de llegada hacia la planta enmarcada en color amarillo, y con un puntero designado para identificar la planta, asimismo la identificación de las carreteras principales. (ver figura 1).

Figura 1. **Mapa Ubicación de Legumex, S. A.**



Fuente: Google Maps. Consultado: 12 de febrero de 2013.

1.2.3. Misión

Legumex, S. A., siendo una empresa que colabora con el crecimiento sostenible de la nación, a través de la mejora continua en los procesos de producción y exportación de vegetales de la mejor calidad, Legumex, S. A., como representante de Guatemala en el sector agroindustrial, asume un compromiso de garantizar la calidad e inocuidad de los productos cultivados y procesados en Guatemala, formando parte de los productos de mejor calidad en el mercado internacional, forma su misión para el logro sus objetivos.

“Proporcionar a los clientes en todo el mundo vegetales y frutas, frescos y congelados, con empaque personalizado o estándar, a precios competitivos, sobre la base de un buen servicio, con entrega puntual y con los primeros y mejores estándares internacionales de calidad.”

Además de promover el mercado guatemalteco a nivel mundial, demostrando que la calidad de los productos guatemaltecos, son capaces de competir con productos de otros países de las mejores calidades a nivel mundial.

1.2.4. Visión

La visión de Legumex, S. A., se basa en un reto que se logra a través del cumplimiento de la misión, mejorando los procesos que se realizan mediante la motivación al personal para caminar hacia adelante y ser parte del cambio a través de la mejora continua; además de ser un ejemplo a las demás empresas, demostrando que Guatemala tiene la capacidad de lograr avances a través del emprendimiento. Por lo que Legumex, S. A., establece su visión:

“Convertirse en el proveedor ideal, con el fin de crear una cadena fuerte de apoyo que proporcionará a los productores y clientes el placer de disfrutar de la comercialización de estos productos de alto perfil de Guatemala”

Atrayendo personas extranjeras y nacionales cada vez en mayor número para el crecimiento industrial de Guatemala.

1.2.5. Política de calidad

Agroindustria Legumex, S. A., manifiesta un firme propósito de implementar y mantener constantemente actualizado un Sistema Integrado de Gestión (SIG), que garantice la satisfacción de sus clientes a través de la calidad, seguridad y legalidad de sus productos, así como de un proceso eficiente de atención al cliente.

El compromiso hacia la organización, es dotar de los recursos materiales necesarios y humanos que hicieran falta para conseguirlo, teniendo siempre presente que la interacción de los mismos no afecte negativamente al medio ambiente.

Agroindustria Legumex, S. A., es una empresa comprometida con Guatemala, garantizando la utilización de los recursos naturales y humanos de manera adecuada, con el fin de generar oportunidades de empleo y promoción de los productos guatemaltecos hacia el mundo.

1.3. Tipo de organización

Agroindustria Legumex, S. A., es una organización no gubernamental, de tipo funcional, descentralizada, considerando que cuenta con varias plantas, en las que cada una tiene una cadena de mando, integrada por diferentes departamentos y en los cuales es importante la toma de decisiones en determinados momentos, a través de las personas responsables de cada departamento y por medio de la convocatoria de círculos de calidad para tomar las decisiones correctas.

En Legumex, S. A., los círculos de calidad son de carácter fundamental para el funcionamiento de la empresa, estos son convocados en momentos prudentes y convenientes, para que la toma de decisiones se centre en el beneficio de todos los departamentos de la empresa, para tener un óptimo funcionamiento y una administración adecuada, la cual beneficia a la empresa o satisface las necesidades de los clientes.

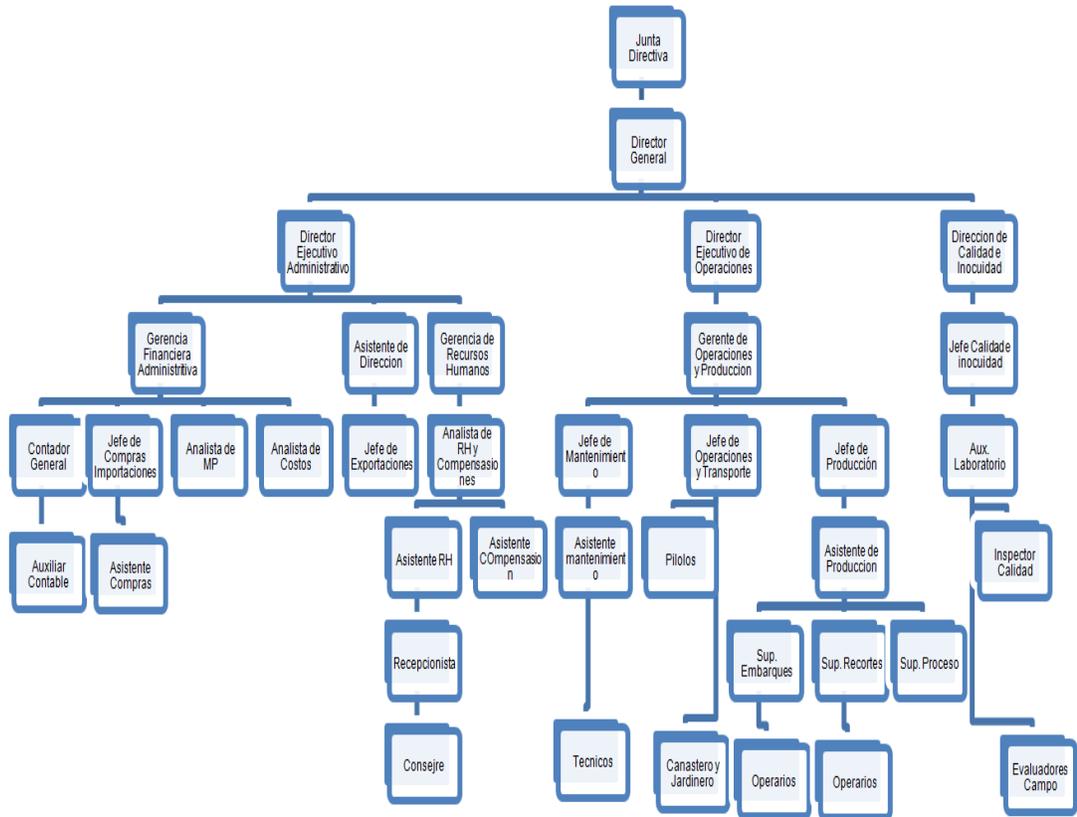
1.3.1. Organigrama

EL organigrama de Legumex, S. A., representa la estructura que conforma esta empresa, siendo así una herramienta para esquematizar las jerarquías en vigor de la organización, que además de ser útiles para la representación de la misma, son útiles e indispensables en la formación y capacitación del personal, pues todos deben conocer el mismo, y saber cuáles son sus derechos y obligaciones dentro de la organización, y sujetos a estar bajo las autoridades correspondientes, o asumiendo el cargo y el compromiso de velar por el cumplimiento de las personas que se encuentran en un nivel inferior.

Legumex, S. A., tiene una estructura organizacional y administrativa vertical y de tipo funcional, basándose en la departamentalización adecuada de la empresa para la más adecuada administración de la misma. El organigrama contienen únicamente la información indispensable de la cual, la que no está en este organigrama, debe ser basada en la jerarquización que este representa.

Se presenta a continuación la representación gráfica del organigrama general, describiendo e identificando los niveles de manera vertical como se mencionó anteriormente, basándose en los manuales internos de la empresa y las políticas propias de la misma.(ver figura 2).

Figura 2. Organigrama general agroindustria Legumex, S. A.



Fuente: Recursos Humanos. Agroindustria Legumex, S. A.

1.3.2. Descripción de las operaciones

Los departamentos principales, son aquellos que a través de la organización de personal, se encarga de realizar las principales operaciones de la empresa, los cuales son:

- Departamento de Producción

En este departamento se desarrollan las actividades principales, que son el motor principal de la empresa, aquí es donde se coordina desde la

producción de la materia prima en el campo, hasta la cantidad de producto terminado. Es en este departamento en donde se realiza el proceso de transformación de materia prima para ser evaluada y luego empacada previo a su exportación hacia el país destino.

- Departamento de Calidad

Vela por que la calidad de los productos sea la mejor, este proceso comienza desde la evaluación de los productos en el campo, hasta el mínimo detalle que está especificado después del proceso de transformación de los productos, con la finalidad de entregar productos que cumplan los altos niveles de los estándares de calidad ofrecidos a los clientes.

- Departamento Administrativo

Maneja todas las cuestiones relacionadas a la administración, tanto de material y recursos humanos, lo cual es indispensable para lograr las expectativas y cumplir con los objetivos que tiene la empresa, con la finalidad satisfacer a los clientes, mantener un nivel de calidad operacional y de vida de los trabajadores de la organización.

1.4. Exportación de productos

Legumex, S. A., procesa y empaca una amplia variedad de productos en diferentes presentaciones, para ser exportados a destinos como Europa, Asia y Estados Unidos, con la ventaja de los diferentes puertos con que cuenta Guatemala.

1.4.1. Variedad de productos frescos y congelados

Dentro de las variedades de los productos, se cuenta con presentaciones de vegetales individuales frescos, y vegetales o frutas congeladas con el sistema IQF, además de mix de productos congelados, frutas o vegetales.

Tabla I. Variedad de productos

Productos congelados y empacados	
Producto	Presentación de empaque
Vegetales	
Arveja dulce	Enteros, bolsa
Arveja china	Enteros, bolsa
Brócoli	Cortado según especificación
Ejote	Enteros, bolsa
Elote	En grano, bolsa
Jalapeños	Enteros, medios, rodajas
Pimientos (verde, rojo, amarillo)	Enteros, medios, Rodajas
Frutas	
Arándanos	Entero, bolsa
Melón (dulce, súper dulce)	Balones ø 0,75", trozos
Mango	Trozos, rodajas
Papaya	Trozos, dados
Piña	Dados, trozos, aros
Productos frescos y empacados	
Arveja china	Entero, bolsa
Elotes	Enteros, bandejas

Fuente: Legumex, S. A.

1.4.2. Control de calidad

Legumex, S. A., comienza su recorrido de calidad desde el productor y proveedor, asegurándose de que sigan las normas estrictas de seguridad a través de certificado AIB.

Todos los productos son controlados para la frescura y calidad, luego son almacenados adecuadamente hasta el momento del proceso, aplicando los necesarios procesos de control en cada etapa de manipulación de productos, sin considerar un margen de error y siendo inspeccionados por partes internas y externas de las instalaciones, además de tener una auditoria anual de AIB.

Actualmente Legumex, S. A., cuenta con certificaciones HACCP, que se basa en el análisis de riesgos y puntos críticos de control en la manipulación de los productos como materia prima, como un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad de los alimentos, tomando en cuenta la eliminación de cualquier riesgo de contaminación física, química o biológica a lo largo de todos los procesos de la cadena de suministros, que viene desde el lugar en donde es cultivada la materia prima, estableciendo medidas preventivas y correctivas que aseguran la inocuidad del producto final, lo que a su vez garantiza la salud de los consumidores por la ingesta de los productos procesados en las plantas.

1.5. Distribución

La logística de distribución de la materia prima, está basada en puntos estratégicos del país, tanto para el cultivo de los productos como para el traslado del campo hacia la planta de proceso y empaque de productos.

1.5.1. Ubicación estratégica

El municipio del Tejar, departamento de Chimaltenango, es uno de los lugares más convenientes para este tipo de empresas, ya que por estar en un punto céntrico dentro del territorio guatemalteco, se encuentra ubicado en el altiplano del país y cuenta con ventajas como clima templado y áreas verdes.

Además de ser una ubicación adecuada para el traslado de materias primas cultivadas en regiones aledañas a la planta, esta se encuentra ubicada en una zona franca del territorio guatemalteco, lo que significa que esta empresa está exenta del pago de ISR.

1.5.2. Países a exportar

Actualmente Legumex, S. A., exporta a diferentes partes del mundo sus productos en sus diferentes presentaciones, aprovechando a que Guatemala es un país agrícola y cultiva variedad de productos que es difícil encontrar en estos países. Los países importadores de estos productos, aparecen en la tabla II.

Tabla II. **Importadores**

Países destino
Chile, EEUU y Canadá
Alemania, Holanda, Bélgica, Francia, Austria
Japón

Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción general de los productos

Los productos que Legumex, S. A., comercializa generalmente son frutas y vegetales procesadas para su exportación, en su mayoría congelada, a través de procesos de transformación; además de eso también ofrece algunos productos en fresco, sin estar manipulados con ningún elemento químico ni procesos que sometan a los productos a cambio de su estado natural o que altere las características de este.

Es importante resaltar que las frutas tienden a oxidarse rápidamente, lo que no sucede con los vegetales, que realizan el proceso de oxidación natural de manera más lenta, por lo que todas las frutas que exporta Legumex, S. A., tienen un proceso IQF, y una presentación final en congelado.

- Productos congelados

Estos productos son transformados mediante un proceso de pre cocido y congelado rápido individual, llamado Individual Quick Frozen (IQF), que consiste en la conservación de las propiedades físicas de los alimentos, como el sabor, olor, textura y color, además de las propiedades nutritivas. La particularidad de este proceso, es que dada la rapidez de congelación de los alimentos, los cristales de hielo en estos son diminutos.

Generalmente se trabaja con productos congelados, la mayor parte de productos que ingresan a la planta, pues son preservados de mejor manera,

además que garantizan un tiempo más prolongado de mantenimiento, por lo que pueden elegirse rutas de transporte más económicos, pues los productos son colocados en contenedores, adecuados a las temperaturas adecuadas para almacenar el producto en óptimas condiciones durante períodos de tiempo considerablemente grandes.

El fin que se persigue a través de este proceso, es el de detener a través del congelamiento, el deterioro de los alimentos, pues de esta manera, se impide que los microorganismos no logren llevar a cabo actividades enzimáticas, que son las encargadas de que los alimentos se descompongan. Este proceso se basa en el principio de eliminar la cantidad de agua de los alimentos, sin extraerla, formándose así está en cristales de hielo, y esto basado en la hipótesis de que sin agua no hay vida, evitar el desarrollo de microorganismos.

Existen varios tipos de congelación utilizados en la industria alimenticia, siendo los más favorables, aquellos que son aplicados en una línea de operaciones de procesado, preparación y embazado. Generalmente se utilizan túneles de congelado rápido IQF, los cuales aplican la congelación por medio de chorro de aire, y otros por inmersión. Los más comunes son los siguientes:

- Congelación por chorro de aire forzado: se logra a través de chorros de aire a velocidad elevada que circula por el producto, pues el aire extrae el calor, para luego ser vuelto a enfriar en un intercambiador de calor a través de un método aire-refrigerante y luego ser recirculado.
- Congelación por inmersión: en este tipo de congelación, el producto es inmerso en un líquido refrigerante que es enfriado mediante evaporadores de un sistema frigorífico convencional.

- Congelación criogénica: en esta congelación el alimento está expuesto a una temperatura por debajo de los 60 grados Celsius, a través de la pulverización de nitrógeno líquido, o anhídrido carbónico líquido en una cámara de congelación. Este proceso es muy utilizado en productos que se oxidan rápidamente como los bananos.

El proceso de congelación rápida (IQF) en Legumex, S. A., se trabaja de manera de un túnel de congelado con un chorro de aire forzado, pues este tipo de congelación no afecta ninguna de las propiedades de los alimentos, lo cual es de suma importancia en el control de calidad de los procesos.

Figura 3. **Túnel de congelado (IQF)**



Fuente: Legumex, S. A.

Figura 4. **Funcionamiento de Sistema IQF**



Fuente: Eduardo Muñoz, fotógrafo Legumex S. A.

- **Productos frescos**

Estos productos son clasificados según los estándares de calidad especificados, pasan por un proceso de desinfección, sin modificaciones en las propiedades naturales de los mismos y una última evaluación antes de ser empacados para no correr ningún riesgo de errores en la satisfacción de los consumidores finales.

A diferencia de los productos bajo el proceso de congelado IQF, estos productos son elaborados cuidadosamente, pues son clasificados y deben encontrarse a temperaturas frías, pero no como para comenzar a formarse los cristales diminutos de agua sobre los alimentos, esto también representa un costo más elevado en gastos de empaque y transporte, puesto que los productos que no son congelados, están expuestos a diversos focos de contaminación, o de dañarse por la mala manipulación de los mismos.

Los productos en fresco, únicamente pasan por un proceso de lavado de alta tecnología, en el que no se utilizan productos químicos para no alterar las

propiedades de los alimentos. Este proceso se realiza a través de aspersores colocados en la línea de producción, que lavan los alimentos en un proceso de sanitización previo a la inspección preliminar, para ser empacados finalmente. Estos productos son de alto cuidado, mantener y garantizar la inocuidad y el buen estado de los alimentos, resulta una tarea difícil, pues de no ser transportados durante el período de tiempo estimado de transporte, estos pueden descomponerse fácilmente, pues la formación de microorganismos por la humedad es inmediata, y no puede tenerse ningún margen de error permitido que ponga en riesgo, la inocuidad de estos alimentos.

Uno de los productos más ofrecidos en presentación de fresco, es la arveja china, pues es uno de los productos con mayor tiempo de vida, sin ser necesario el proceso de congelación, y no es fácil de contaminarse.

Figura 5. **Clasificación de arveja china**



Fuente: Legumex, S. A.

- Costos de materia prima

La materia prima que Legumex, S. A., utiliza, aunque sea parte de producción de la misma empresa, esta representa un costo para la empresa, pues es el elemento que hace moverse a la misma. Los costos por libra de una temporada promedio de los productos, son los siguientes.

Tabla III. **Costos de materia prima**

Producto	Cantidad (lb/ año)	Costo por Libra	Costo Anual
Brócoli	48 000 000	Q 0,90	Q 43 200 000,00
Piña	1 200 000	Q 1,10	Q 1 320 000,00
Melón	4 000 000	Q 0,40	Q 1 600 000,00
Ejote	6 000 000	Q 2,25	Q 13 500 000,00
Arveja	6 000 000	Q 3,50	Q 21 000 000,00
TOTAL			Q 80 620 000,00

Fuente: elaboración propia.

Los costos anteriores, estimados ascienden a un total de Q.80 620 000,00 anuales, aunque los costos pueden variar, dependiendo de las inclemencias del clima y la producción disminuyente debido a desastres naturales, o falta de cultivos por alzas en las demandas, y otros factores que podrían dañar las producciones agrícolas, aunque estos factores no son controlables.

2.2. Detección de áreas de desecho

Las áreas de detección de áreas de desecho, son establecidas mediante la ubicación de los puntos de control, establecidos para la certificación de normas HACPP, ya que en estos puntos, se evalúan a detalle las características adecuadas de la materia prima, para así garantizar la inocuidad del producto. Las áreas principales para la evaluación de materia prima y eliminación de desecho son:

- Evaluación previa de campo

Una parte fundamental, es la evaluación de los productos en el campo, pues es allí en donde se determina si el producto cumple con las características específicas necesarias para ser recibidas. A pesar de que la producción del cultivo es parte del proceso general de la empresa, estos productos son comprados a los agricultores encargados de las áreas de los cultivos, si no se cumplen con las especificaciones, los evaluadores tienen la responsabilidad de tomar la decisión de rechazar el producto.

En el caso de ser rechazado el producto, este no forma parte de los costos de materia prima, y tampoco se toma en cuenta como desecho, pues este no ha ingresado al sistema de producción, por lo tanto, es evitar un costo innecesario que si puede ser controlado, aunque esto represente una pérdida para los agricultores que contaban con la venta de su producto.

- Evaluación de ingreso a la planta

Al ingresar la materia prima en el respectivo transporte, se evalúa a través de personal calificado para hacer dicha inspección antes de ingresar la materia

prima a la planta, generalmente este proceso dura poco tiempo, pues se supone que ya ha sido evaluado el producto en el campo y calificado como producto de calidad para envi6 a la planta.

Figura 6. **Evaluaci6n de producto al ingreso a planta**



Fuente: Legumex, S. A.

- Evaluaci6n de proceso

Dentro de los procesos en los diferentes puntos de la l6nea de producci6n, existe un punto de control inmediato, en el cual se evalúa que el producto venga con la condici6n adecuada de la estaci6n de trabajo anterior, para cumplir las especificaciones del cliente.

En este punto de evaluaci6n, probablemente los productos han cambiado su estado de ingreso a planta, pues los alimentos han sido manipulados para ser llevados a la l6nea de procesos, otro factor que podr6a afectar, es el tiempo que han pasado los productos almacenados antes del ingreso a la l6nea de

proceso, y probablemente en algún caso pudiera haberse formado algún espacio de humedad, dando lugar a la formación de microorganismos que afectan a los productos, pues estos inician el proceso de descomposición de los mismos.

Figura 7. **Punto de control en proceso**



Fuente: Legumex, S. A.

2.2.1. Descripción general de desecho

Desecho es todo aquello inutilizable, para la agroindustria, se define como desecho toda aquella materia prima que se rechaza por medio de una evaluación de productos en la que el producto no cumple con las especificaciones establecidas por el Departamento de Control de Calidad, dentro de las instalaciones de Legumex, S. A.

Como se mencionó anteriormente, el producto que no se recibe desde el campo, no forma parte de los desechos, pues la empresa no lo compra, por lo que tampoco representa un gasto.

La clasificación de los desechos, se realiza en 2 tipos, los cuales están clasificados de la siguiente forma:

- Desecho primario

Este tipo de desecho es la materia prima que antes de ser ingresada a la planta de proceso es evaluada y rechazada, pueden aplicarse varios factores, como que los vegetales y/o frutas estén deterioradas por el clima o el transporte, o porque no cumple las especificaciones del Departamento de Calidad. Dentro de la planta de proceso se realiza una segunda inspección, antes de comenzar el proceso de transformación de materia prima, por lo que en esta fase se clasifica aún el desecho como primario, pues aún no ha sido procesado ni ha ingresado al proceso de manipulación

Tabla IV. **Factores que Influyen en el deterioro de los productos**

Clima
Plagas
Pesticidas no controlados
Contaminación de los suelos
Manipulación incorrecta de productos
Métodos de transporte
Entre otros

Fuente: elaboración propia.

- Desecho secundario

Este tipo de desechos es el sobrante de materia prima que no se utiliza dentro del proceso de transformación de la misma o ya sea porque es inutilizable para cumplir con las especificaciones del producto final, este desecho, es obtenido en la manipulación de producto y se llama desecho secundario.

Los desechos secundarios por lo general, son todos aquellos que se generan durante el proceso de transformación de la materia prima, pues este no puede ser evaluado antes, ni después del proceso, ya que son parte de un elemento que son removidos, según las especificaciones de los clientes, con respecto a los cortes, y formas de procesar los alimentos.

Figura 8. **Desecho de brócoli**



Fuente: Legumex, S. A.

- Descomposición de la materia

La descomposición de la materia, es un proceso por el cual pasa cualquier producto que no es procesado adecuadamente, es manipulado de forma inadecuada, y por qué el tiempo de anaquel ha llegado a su caducidad.

En la industria alimenticia, la descomposición de la materia es un proceso muy delicado, pues representa riesgos de contaminación en el resto de la materia de prima almacenada, juntamente con los elementos en descomposición, una vez comenzado el proceso de formación de microorganismos en los alimentos, estos se aumentan considerablemente y comienzan los procesos en el resto de materia prima, que pueda estar en contacto con la contaminada.

Las certificaciones con que cuenta Legumex, S. A., no permiten ningún rango de error, en el que pueda filtrarse un producto contaminado, dichas certificaciones son establecidas a nivel mundial en el caso de las HACPP, y británicas en el caso de BRC. Para lograr la certificación de un proceso se debe tomar en cuenta que siempre habrá algún punto deficiente, y no es importante cubrirlo, sino mejorarlo para la próxima auditoria que se programe, según el tipo de certificación de la misma.

2.2.2. Cantidades manejadas

Los volúmenes manejados de desechos pueden variar según la cantidad de materia prima que ingresa y se procesa en las instalaciones de la planta, además de las condiciones en que fueron producidos los mismos, como el clima, la cantidad de sol y factores que no son controlables.

Los desechos representativos dentro de la planta, son los que tienen un mayor volumen, ya que hay productos que no generan cantidades más que el 2 por ciento de desecho de los productos, las cantidades establecidas de desecho, son las siguientes.

Tabla V. **Cantidades de desechos manejadas**

Producto	Producción anual (lb)	Rendimiento Promedio (%)	Cantidad Desecho (lb)	Desecho (%)
Brócoli	48 000 000	55%	2 160 000	45%
Piña	1 200 000	35%	780 000	65%
Melón	4 000 000	70%	1 200 000	30%
Ejote	6 000 000	85%	900 000	15%
Arveja	6 000 000	85%	900 000	15%

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de desecho anual promedio es de unos 5 940 000 libras, lo que representa un alto costo de compra de materia prima inservible.

2.3. Proceso de manejo de desechos sólidos

El proceso de manejo de desechos sólidos comienza desde la recolección de los desechos dentro de las instalaciones de la planta, para luego ser enviado a un destino final. Actualmente la empresa Pasajinak, S. A., se encarga del manejo y la deposición final de los desechos, en donde Legumex, S. A., queda libre de cualquier responsabilidad por los tipos de contaminación generada por la empresa. (ver figura 9)

Figura 9. **Alimentación de ganado**



Fuente: Pasajinak, S. A.

Pasajinak, es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos lácteos y embutidos, como se sabe todo lo que sea un producto de buena calidad, debe ser elaborado con elementos de la mejor calidad. Teniendo esta política de calidad de utilizar las mejores reces para la producción de los productos de Pasajinak, se tomó la iniciativa de establecer un acuerdo con Legumex, S. A., pues siendo Legumex, S. A., una empresa certificada, se sabe que la mayor parte del desecho se genera en la planta, pues como bien se mencionó anteriormente, son desechos de primera calidad; esto es beneficioso para los ganaderos, pues los desechos orgánicos agroindustriales son alimentos completos para la crianza de ganado y en este caso de primera calidad, lo que representa una producción próspera del ganado para lácteos.

2.3.1. Recolección de desechos

Es parte fundamental del manejo de desechos dentro de una empresa, contar con un plan de instrucciones, o manual de calidad en el que se indiquen

los métodos adecuados para la recolección de los desechos, pues si estos no son recolectados, independientemente del tipo de empresa que sea, representa contaminación.

En el mundo de la agroindustria, el mal manejo de los desechos puede representar, desde pequeñas enfermedades hasta la pérdida de los permisos para el funcionamiento de los mismos, pues se pone en juego la vida de todas las personas que consumen los productos finales. Es por eso que Legumex, S. A., cuenta con un manual de instrucciones claves para el manejo de desechos, en donde se indica desde la manera correcta de recolectarlos, hasta llegar al punto en el que la empresa no se hace responsable por lo que pueda hacerse con los desechos.

Como ya se mencionó, existen 2 tipos de desechos, los cuales son recolectados de las siguientes maneras:

- Recolección de desechos primarios

En esta primera fase, los productos después de haber ingresado a las instalaciones de la planta, son clasificados los que no cumplen con las especificaciones del Departamento de Control de Calidad, o que pudieron haber sido dañados en la transportación de materia prima, estos son colocados en camiones que transportan el desecho fuera de las instalaciones.

Cabe mencionar que los camiones que transportan los desechos, son ajenos a los camiones que se manejan en Legumex, S. A., para el transporte de materia prima utilizado en los procesos que se realizan dentro de la planta, esto con la finalidad de mantener los productos desde el campo hasta el proceso final en sus óptimas condiciones, y evitar cualquier tipo de contaminación a

materia prima futura, por condiciones o microorganismos que siguen desarrollándose en las secuelas de los desechos que puedan quedar en los camiones.

- Recolección de desechos secundarios

En el transcurso del proceso de transformación, se obtienen los desechos secundarios, los cuales son colocados en una canasta para desecho ubicada en cada estación, al estar llenas estas canastas son vaciadas a una tolva de desecho ubicada en una parte de la planta que se dirige hacia el exterior, en donde se colocan en camiones de Pasajinak, para trasladar los desechos hacia sus instalaciones.

2.3.2. Manejo y deposición final de desechos

Actualmente el manejo de los desechos, se realiza fuera de la planta, la empresa cuenta con un contrato estratégico para el manejo y deposición final de los desechos con la empresa Pasajinak S. A., el cual consiste en que Pasajinak, S. A., recoge el 100 por ciento del desecho en las instalaciones de Legumex, S. A., dichos desechos son empleados para la alimentación de ganado y elaboración de lombricompost, además de encargarse del manejo y la disposición final de los elementos que no son útiles para sus necesidades. Esto es un beneficio para Legumex, S. A., pues el compromiso con el medio ambiente, está siendo positivo, pues ellos no generan ningún tipo de contaminación por el mal manejo de desechos, pues el manejo y deposición de los mismos es realizado por otra empresa, absorbiendo la responsabilidad y el compromiso por el medio ambiente.

A pesar de que el manejo y la deposición final de los desechos generados en agroindustria Legumex, S. A., no genera ninguna contaminación al medio ambiente y es amigable la utilización que se le da por otra empresa, tampoco representa una ganancia para la misma, pues las cantidades de desecho son sumamente altas y estas lo que generan, es una pérdida para la empresa, pues el porcentaje de materia prima utilizado en procesos no es en su totalidad utilizable.

2.4. Foco de contaminación generado

El foco de contaminación agroindustrial puede variar según el área en la que se manejen además de las áreas destinadas para la deposición final de desechos, en el caso de tener un mal manejo de desechos se pueden generar varios factores que pueden influir en la contaminación del medio ambiente y los riesgos de contaminación humana.

- Foco de contaminación física

Dentro de este tipo de contaminación, se pueden incluir las cantidades de producto, dejado en el campo por no cumplir con las especificaciones, este tipo de contaminación se hace al suelo, ya que no es tratado adecuadamente y este absorbe además de los productos, la descomposición por contaminación de materia prima, o así mismo las plagas que este pudo tener, por lo cual no fue recogido para procesarlo, además de esto, se genera la contaminación humana, pues el proceso de descomposición por la manipulación y deposición inadecuada de desechos, se generan plagas de gusanos, moscas, entre otros.. Lo cual representa un riesgo a las personas que viven en lugares aledaños al terreno utilizado.

- Foco de contaminación química y biológica

La contaminación química y biológica que se da por la descomposición de desechos agroindustriales en el suelo, cambiando o alterando la composición de la tierra, alterando además de eso la forma de respiración de los suelos o añadiendo componentes dañinos para el cultivo de otros productos en el futuro.

La agricultura depende mucho de los fertilizantes para una buena alimentación y desarrollo de los cultivos, cuando se habla de fertilizantes, debe tomarse en cuenta gran porcentaje de ellos están hechos de nitratos, al ser ingeridos por el suelo, estos llegan al agua, el agua con grandes cantidades de nitratos puede ser tóxica o incluso mortal, puede causar enfermedades degenerativas, o incluso modificación y alteración en los fetos de mujeres embarazadas, pudiendo nacer niños con deficiencias o anomalías en sus sistemas, y en última instancia causar hasta la muerte.

2.4.1. Contaminación ambiental

Previo al contrato de la empresa con Pasajinak S. A., el desecho era vendido en ciertas partes a personas para la alimentación de ganado, y el resto era depositado en barrancos y fosas de desecho en lugares predeterminados, sin embargo esto representaba una seria contaminación para el medio ambiente, tanto física, biológica y química, dañando los recursos naturales y creando un impacto nocivo para la salud humana y la alteración de la composición de los suelos.

Actualmente, la empresa no tiene que preocuparse por el daño al medio ambiente, ya que con el contrato que se hizo con la empresa antes mencionada, la mayor cantidad de desechos es utilizada para la alimentación

del ganado y elaboración de lombricompost, el cual no es dañino para el medio ambiente y es una forma de reutilización de los desechos para el beneficio de la tierra y el medio ambiente.

2.4.2. Contaminación humana

Inicialmente la descomposición de los desechos en las fosas de deposición, generaba diferentes tipos de contaminación; como gases producidos por descomposición de los desechos, mal olor, insectos, entre otros, otro factor importante que se toma en cuenta es la contaminación del agua, lo cual generaba grandes cantidades de infecciones, principalmente en niños y mujeres embarazadas, con riesgos de incluso la muerte.

Sin embargo, ahora con el manejo de desechos por otras empresas, estos ya no tienen que depositarse en lugares al aire libre ni en lugares en que se genere contaminación humana, por lo que el foco de contaminación se ha reducido en un 95 por ciento, el otro 5 por ciento, se deriva en cercanías de la planta, lo que puede clasificarse como contaminación auditiva y el paso de transporte por lugares poblados hacia las instalaciones de la planta.

3. PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL DESECHO Y LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSO

Después del estudio de situación de la empresa, en el capítulo anterior, se llega a la propuesta para la elaboración de un abono orgánico, ya que a través de este, se puede colaborar con tecnología verde para el cuidado del medio ambiente, además de estar generando una utilidad para la empresa, a través de la utilización y comercialización de abonos orgánicos, disminuyendo los costos de compra de fertilizantes y aumentando la productividad de la empresa, así como contribuyendo a reducir el impacto nocivo al medio ambiente.

Tabla VI. **Matriz FODA, elaboración de abono orgánico**

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Análisis interno	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento Agrícola para estudios de suelo y ventajas de los abonos. • Certificaciones de productos agrícolas y alimenticios. • Aprovechamiento de recursos de la empresa. • Estudios para la utilización de desechos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de elaboración de abono. • Bodegas de almacenamiento para materia prima y producto terminado de los abonos orgánicos. • Recintos para la elaboración de abonos orgánicos. • Equipo para la elaboración de abonos orgánicos.
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Análisis externo	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado para la venta de abono orgánico. • Incremento en la preocupación del cuidado del ambiente por parte de la población. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia en el mercado. • Mala expectativa sobre el uso de abonos orgánicos por la población. • Baja en los precios de productos sustitutos

Fuente: elaboración propia.

Basando la planificación de actividades y en los resultados de la matriz FODA anterior, se determinan las estrategias siguientes, para lograr el objetivo del presente trabajo de investigación.

Tabla VII. **Matriz de estrategias de cuatro estaciones**

Eliminar	Aumentar
<ul style="list-style-type: none"> Tiempos de elaboración de abonos, largos a través de implementación de sistemas controlados, mediante reactores. 	<ul style="list-style-type: none"> Las calificaciones con que se han logrado las certificaciones. Estudios sobre el aprovechamiento del desecho agroindustrial.
Reducir	Crear
<ul style="list-style-type: none"> La mala información que tiene la población con respecto a la utilización de abonos orgánicos, a través de un plan de capacitación de personal. 	<ul style="list-style-type: none"> Planes de capacitación y motivación para que los clientes conozcan el abono y su funcionamiento. Un nicho de mercado nuevo, en caso de ser posible.

Fuente: elaboración propia.

3.1. Planeación de procesos para la elaboración de abono orgánico

Los abonos orgánicos se obtienen de la descomposición de materiales de origen vegetal y tiene la capacidad de mejorar la fertilidad de los suelos en donde es aplicado, por lo que se mejora la productividad del suelo, este tipo de abonos puede llegar a sustituir por completo los fertilizantes químicos, disminuyendo así los riesgos por cambios en los nitratos y alteraciones de suelo de manera negativa para próximos cultivos.

La aplicación de materiales orgánicos al suelo de forma sistemática, es de suma importancia para el mejoramiento de los suelos en los ámbitos físicos, químicos y biológicos, además de buscar la sustentabilidad agrícola del sistema de producción, ya que representa un factor influyente entre el suelo y la corteza mineral.

Para la planificación de elaboración de los abonos orgánicos, es importante tomar en cuenta los beneficios que estos tienen, y analizar la clasificación de los desechos utilizables que se generan en Legumex, S. A., para la elaboración del mismo, así como también es importante tomar en cuenta que los productos que no pueden reutilizarse, deben ser tratados de manera adecuada para evitar recaer en la contaminación ambiental, la cual trata de reducirse a través de:

3.1.1. Beneficios del aprovechamiento del desecho

El principal objetivo del aprovechamiento de los desechos, es la optimización de los recursos con que cuenta la empresa, además de generar una utilidad y reducir los costos dentro de la misma a través de la utilización y comercialización de abono orgánico creado por la materia prima inutilizable o desecho agroindustrial.

Algunos de los beneficios importantes y más influyentes en el aprovechamiento son los siguientes:

- Generación de utilidades y reducción de costos

La generación de utilidades para la empresa viene amarrada de la reducción de costos, pues al generar utilidades en la empresa, se pueden reducir los costos, principalmente los costos de la compra de materia prima y reducción de costos por materia prima inservible, o bien desecho de la misma. Se reduciría el costo de manejo de desechos en gran cantidad y se contribuiría con la mejora en la calidad de los productos cultivados.

- Reducción de impacto ambiental por desechos agroindustriales

En la actualidad la contaminación ambiental, es un tema muy importante, pues con el pasar del tiempo, las actividades industriales y agroindustriales generan grandes cantidades de contaminación por emisiones de dióxido de carbono (CO₂), en el caso de las actividades agroindustriales, se han generado grandes focos de contaminación ambiental y contaminación humana, por la deficiencia en los sistemas de manejo de desechos orgánicos producidos en este tipo de industria, la elaboración de abono orgánico contribuye grandemente en la reducción de estos impactos, pues con ella se está devolviendo a la tierra parte de lo que ella produce, sin alterar los suelos, además que se reduce o se sustituye la utilización de fertilizantes y productos químicos dañinos para el medio ambiente y la humanidad.

- Beneficios de la utilización de abono orgánico para el suelo

Estos beneficios se dividen en 3 clases, que son beneficios para las propiedades físicas, químicas y biológicas. En la siguiente tabla se puede resumir alguno de los beneficios positivos de la reutilización de desechos mediante la elaboración de abonos orgánicos. (ver tabla VIII)

Tabla VIII. **Beneficios de abonos orgánicos para los suelos**

Influencia sobre propiedades físicas
<ul style="list-style-type: none">• Porosidad en suelos arcillosos• Mejoramiento de balance hídrico• Reducción de evaporación• Reducción de erosión
Influencia sobre propiedades químicas
<ul style="list-style-type: none">• Aumento en la capacidad de intercambio catiónico.• Facilita absorción de nutrientes por las plantas• Tiene efecto quelatante sobre algunos elementos
Influencia sobre propiedades biológicas
<ul style="list-style-type: none">• Estimulación de micro flora del suelo• Modificación de actividad enzimática• Favorece la respiración de raíces• Favorece la síntesis de ácidos nucleicos• Mejoramiento en proceso energético de las plantas

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Clasificación de desechos utilizables

Haciendo un énfasis en la tabla III, se estima que los productos que se mantienen en una producción constante en el transcurso del ciclo anual de producción, son los más importantes de analizar a la hora del análisis adecuado para la elaboración de abono orgánico; los cultivos tomados en cuenta, son el brócoli, la piña, melón, ejotes y arveja.

Para la elaboración de un compost para el mantenimiento de suelos y mejorar la productividad de los suelos, se toma en cuenta que puede utilizarse

el 100 por ciento de los desechos, consiguiendo así una disminución en las pérdidas de producto y económicas por desecho de materia prima inservible.

Haciendo un análisis, teniendo en cuenta que el desecho también se compra como materia prima, se estima que anualmente tienen una pérdida considerablemente grande.

Tabla IX. Pérdidas por costo de desecho anual

Producto	Cantidad Desecho (lb/ año)	Desecho (%)	Costo por Libra	Costo de Desecho anual
Brócoli	21 600 000	45%	Q 0,90	Q 19 440 000,00
Piña	780 000	65%	Q 1,10	Q 858 000,00
Melón	1 200 000	30%	Q 0,40	Q 480 000,00
Ejote	900 000	15%	Q 2,25	Q 2 025 000,00
Arveja	900 000	15%	Q 3,50	Q 3 150 000,00
Total				Q 25 953 000,00

Fuente: elaboración propia.

En base a la tabla anterior, se estima que un aproximado general de pérdidas por desechos, es de Q.25 953000 00, esto representa un costo elevado en la producción anual, pues esta materia prima es inutilizable; sin considerar las pérdidas por desechos de fallas dentro de los procesos.

3.1.3. Clasificación de los abonos

Existe una diversidad de abonos orgánicos, los cuales tienen diferentes propiedades, sin embargo todos contribuyen al mejoramiento de los suelos y el rendimiento de los cultivos, hay 4 tipos de abonos orgánicos principales de los cuales se desglosa cada uno según su interés y su utilización para distintos tipos de cultivo.

- Compost

El compost es el resultado de la descomposición de diferentes clases de materiales orgánicos, puede ser de plantas, excrementos de animales y otros residuos, este tipo de abono es realizado por organismos en presencia de aire, este abono es uno de los más ricos en nutrientes y adecuados para la agricultura. Algunas de las propiedades de estos abonos son las siguientes:

- Favorece la estabilidad de los agregados del suelo agrícola.
- Aumenta la porosidad
- Reduce la densidad aparente.

- Bocashi

Este es un tipo de compost, sin embargo su elaboración es diferente a la elaboración de compost tradicional, este tipo de abono orgánico es de origen japonés y el tiempo de elaboración de este abono, es mucho menor al tiempo de elaboración del compost, este es un tipo de fermento suave elaborado con una receta original, sin embargo tiene algunas desventajas, a diferencia del compost algunos de sus elementos son difíciles de conseguir, y este produce mal olor, lo que puede ser molesto para la población cercana a las áreas de cultivos, este abono no es el más recomendable para la agricultura, aunque si es útil.

- Lombricompost

Es un abono hecho con la ayuda de lombrices, que ayudan acelerando la descomposición de la materia orgánica, ya que estas trabajan las 24 horas, logrando generar una cantidad de abono igual a la de su peso por día, y por ser

fácil de laborar y por su alta reproducción, se puede decir que este es rico en vida microbial y es básica para la relación del suelo con la planta. Este tipo de abono tiene la característica de neutralizar el potencial de Hidrógeno del suelo, haciendo que los nutrientes se solubilizan, logrando que especialmente elementos como el nitrógeno y el fósforo aumenten su concentración aproximadamente 7 veces, el potasio unas 11 veces, el calcio 2 veces y el magnesio 6 veces con el lombricompost que solo en la materia prima.

- Abonos orgánicos foliares o biofermentos

Este tipo de abono, es uno de los más económicos, pues a diferencia de los anteriores requieren menos mano de obra y se pueden crear grandes volúmenes, y a su vez se diluyen para la aplicación en una proporción de un 4 a un 10 por ciento, lo que los hace más rentables.

Este tipo de abono se obtiene mediante la biofermentación en un medio líquido de estiércoles de animales, principalmente de vacunos, hojas de plantas y estimulantes como leche, suero, jugo de caña, levaduras, entre otros.

Estos además de aportar al suelo más nutriente, aportan también por el proceso de biofermentación vitaminas, enzimas, y aminoácidos, antibióticos y una gran riqueza microbial, haciendo a las plantas resistentes a ataques de plagas de insectos y otras enfermedades.

3.1.3.1. Ventajas y desventajas

La utilización y elaboración de abonos orgánicos, tiene como todo recurso en la industria, ventajas y desventajas, las cuales deben ser estudiadas, para

evaluar la conveniencia de la utilización y/o creación de los mismos. Entre las principales ventajas se tienen las siguientes:

- Permiten aprovechar residuos orgánicos

Esta es una gran ventaja, pues los desechos recolectados en la planta son 100 por ciento orgánicos, lo que significa el aprovechamiento máximo de la materia prima comprada, incluyendo materia prima inservible después de haber sido procesada o incluso materia prima que ha sido desechada durante el proceso.

- Recuperan el material y las propiedades orgánicas de los suelos

Después de cultivar la tierra, esta pierde algunos nutrientes como parte de haberlos aportado a las plantas, lo que significa un desgaste orgánico del suelo, sin embargo la utilización de abono orgánico devuelve al suelo las propiedades y el material nutriente perdido.

- Consumen menos energía para su elaboración comparado con los abonos químicos

Comparando la elaboración del abono químico y la elaboración de abono orgánico, la utilización de energía para elaboración de abonos orgánicos, es un 90 por ciento menor a la utilización de energía para abonos químicos, pues el abono orgánico es elaborado a base de procesos naturales.

Y así como se mencionan las ventajas de los abonos, se consideran algunas desventajas, siendo estas:

- Fuente de patógenos

Cuando no son adecuadamente tratados los abonos orgánicos, pueden representar el peligro de contaminar a los próximos cultivos con parásitos o enfermedades que se alojan en el suelo por la utilización de material orgánico contaminado en la elaboración del compost.

- Costos elevados

Generalmente utilizar abonos químicos, representa un costo, y muchas veces es más fácil gastar en eso, y contaminar el ambiente, debido a que la cultura guatemalteca no tiene como parte de capacitación en la agricultura la utilización de abonos orgánicos, por lo cual conseguir este tipo de materiales, es costoso, sin embargo a través de una capacitación para la reducción del medio ambiente, podría considerarse la alternativa para enseñar a los agricultores a elaborar abonos a base de sus propios desechos.

3.1.3.2. Propiedades orgánicas

Como se mencionó anteriormente, un compost es un proceso biológico mediante el cual actúan microorganismos sobre la descomposición de material orgánico, obteniendo así abono con propiedades benéficas para el suelo, mejorando su estructura, y sus propiedades. Cuando se habla de propiedades orgánicas, se habla de propiedades físicas químicas y biológicas que trabajan conjuntamente para ayudar al suelo y a la planta en diferentes aspectos, por ejemplo, la absorción de nutrientes por parte de la planta.

Algunas propiedades que se pueden mencionar son:

- Propiedades físicas

Las propiedades físicas de los abonos orgánicos, son aquellas que son visibles a simple vista; como la textura, el color, entre otras; algunas de las más predominantes son:

- El color oscuro: esto ayuda a que el suelo absorba fácilmente radiación y aumente su temperatura, lo que ayuda a que se absorban fácilmente los nutrientes.
- Estructura del suelo: el uso de abonos orgánicos mejora la textura de los suelos arcillosos, haciéndolos más ligeros y de igual manera haciendo más compactos los suelos arenosos.
- Disminución de la erosión del suelo; tanto agua como viento.
- Aumento la retención de agua en el suelo.
- Aumento en la fertilidad del suelo.

- Propiedades químicas

Las propiedades químicas que proporcionan los abonos orgánicos al suelo y a la planta mediante su utilización no son visibles, pero si comprobables a la hora que la planta da su fruto, pues son propiedades que modifican al suelo y a la planta de forma molecular, algunas de estas propiedades son:

- Ayudan al suelo a retener nutrientes y a mantener estabilidad en el potencial de Hidrógeno de este.
- Favorece la aireación y oxigenación del suelo.
- Aumento en la capacidad de energía de los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

- Aumento de la capacidad de intercambio de nutrientes del suelo con la planta.
- Propiedades biológicas

Las propiedades biológicas que los abonos orgánicos agregan al suelo, son algunas que ayudan a mejorar el rendimiento de la planta, interviniendo en la formación genética de la planta, con el fin de hacerla crecer de la mejor manera con la mejor nutrición y condiciones posibles. Algunas que se pueden mencionar son:

- Aumento en la actividad de microorganismos aerobios, lo que beneficia a la planta a tener una mejor oxigenación.
- La rápida multiplicación de microorganismos en el suelo, lo que hace que los nutrientes se concentren de mejor maneja y sean transferidos del suelo hacia la planta.

3.1.4. Procesos ideales para elaboración de abono

La elaboración de abono orgánico, propuesto para la planta de agroindustria Legumex, S. A., es elaboración de compost, obteniendo así la optimización del recurso no utilizado en la empresa, que es el desecho de materia prima, considerando que tienen las propiedades y satisface las necesidades para la elaboración de un buen compost, pues la materia prima que no se utiliza, está bajo los estándares de calidad establecidos en Legumex, S. A.

A lo largo del tiempo se han utilizado diferentes procesos para la elaboración de compostaje o abono orgánico, basado en diferentes enfoques y

ha variado por la falta de conocimiento profundo y necesario de los procesos, sin embargo ahora el compostaje es considerado como un proceso dirigido y controlado de mineralización y prehumificación de la materia orgánica, a través del conjunto de técnicas que permitan el manejo de variables de proceso, con el objetivo de obtener biofertilizante de características físico-químicas y biológicas, este tipo de compostaje es llamado aeróbico, que es lo que lo caracteriza de las técnicas tradicionales usadas anteriormente.

Inicialmente se debe recolectar la mayor cantidad de desechos posibles, para procesarlos para llegar a la forma de utilización necesaria para el compost, por lo general los desechos se procesan según la siguiente tabla.

Tabla X. **Utilización de productos para elaboración de compost**

Producto	Proceso
Piña	Trozos pequeños
Brócoli	Mitades o trozos pequeños
Melón	Trozos pequeños
Arveja	Enteros
Ejote	Enteros

Fuente: elaboración propia.

El único procedimiento que se lleva a cabo, es la mezcla de los desechos con tierra fértil, dejando al aire libre la respiración de la mezcla, esta cambiará a lo largo del tiempo de manera necesaria y combinará los nutrientes de diferentes productos con el de la tierra que es utilizada para la elaboración del abono orgánico.

Es necesario tener en cuenta que conforme van avanzando los días, es necesario que se esté revolviendo constantemente, pues los procesos que se dan en la corteza y en el núcleo son distintos, y para lograr una mezcla homogénea de este abono, es necesario que la mezcla completa pase por todo el proceso.

La elaboración del compostaje pasa por 3 etapas principales que son características, ya que en ellas se produce un cambio significativo de poblaciones de microorganismos

Las etapas son:

- Etapa de latencia: en esta etapa se considera que se da la elaboración del compost, desde el momento en que son mezclados todos los ingredientes y residuos para su elaboración, y deben ser consideradas la temperatura, el ambiente y el porcentaje de humedad necesario para el compostaje. En esta etapa se alcanza una temperatura de unos 10 a 12 grados Celsius y tarda aproximadamente de 24 a 72 horas.
- Etapa mesotérmica: en esta etapa se destacan las fermentaciones, y se comienzan a producir antibióticos que eliminan los patógenos y comienzan a la formación de cadenas nutritivas, comienza el proceso de oxidación de todos los componentes, en esta etapa se deben mezclar al menos cada 6 horas los componentes para que el proceso sea uniforme, aproximadamente tarda unas 24 a 48 horas y alcanza una temperatura de hasta 40 grados Celsius.

- **Etapa termogénica:** en esta etapa, es donde se terminan de eliminar por completo todos los patógenos y anomalías que puedan tener los componentes, así como hongos y algunas características indeseables de los desechos, el agua comienza a evaporarse considerablemente y comienza a formarse dióxido de carbono (CO_2) en volúmenes importantes que se van difundiendo por toda la mezcla, estas concentraciones de dióxido de carbono (CO_2) ayudan a la eliminación de larvas y ayudan a la higienización del material resultante, agotando también la prolongación de nutrientes. En esta etapa se alcanza una temperatura de entre 75 y 90 grados Celsius.

Figura 10. **Evaporación de agua en el compost**



Fuente: Andrew Dunn, www.jardinbello.com. Consultado: 14 de marzo de 2013.

- **Etapa mesotérmica final:** la finalización del proceso se da cuando las temperaturas han comenzado a disminuir y alcanzan de nuevo una temperatura de 40 grados Celsius o inferior, que es cuando se desarrollan de nuevo microorganismos como en la etapa mesotérmica que utilizan los

materiales como nutrientes los materiales que son más resistentes a la degradación biológica. La temperatura desde este punto descenderá hasta aproximarse a una temperatura ambiente, lo que significa que el material es estable y se da por finalizado el proceso

Las primeras semanas la mezcla del compostaje aumenta su temperatura hasta aproximadamente unos 90 grados Celsius, quemando todos los residuos y convirtiéndolos en cenizas, esto se debe a la actividad microbiológica que aumenta mediante se va quemando azúcares en el proceso de respiración de microorganismos. Los microorganismos de esta etapa, son los encargados de descomponer la materia orgánica y romper cadenas de azúcares y aminoácidos para alimentarse, además de contribuir con la eliminación de patógenos por algunas plantas enfermas, es importante revisar que el dióxido de carbono no sobrepase un nivel del 16 por ciento para no dañar a la población de microorganismos aeróbicos.

La humedad en la elaboración de compost, es indispensable ya que sin agua no existe vida, por lo que se debe tener presente que es necesario un porcentaje de humedad medio, ya que la falta de agua elimina microorganismos, pero el exceso también es dañino para los mismos, pues evita la presencia del oxígeno y haciendo que se fermenten los microorganismos anaeróbicos; el porcentaje de humedad recomendado es de un 50 a 60 por ciento.

Finalmente el compostaje debe cumplir con características específicas para la evaluación de la estabilidad del mismo, algunas de estas características se definen en por estudios de campo, y otras por estudios de laboratorio.(Ver tabla XI)

Tabla XI. **Características para el control de estabilidad de compost**

Característica	Medición
Temperatura	Estable entre unos 25 a 32°C
Color	Marrón oscuro – negro ceniza
Olor	Sin olor desagradable
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Alcalino (anaeróbico 55°C, 24 hrs)
Relación carbono /nitrógeno	≥ 20
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementación estable
Polisacáridos	30-50 mg glúcidos/g. peso seco
Reducción de azucares	35%
Germinación	$< 8\%$
Larvas	Ausentes
Patógenos	Ausentes

Fuente: OMS. Manual para elaboración de compost.

Figura 11. **Resultado de compost**



Fuente: Legumex, S. A.

3.1.4.1. Tratamiento de desechos

Según lo mencionado en capítulos anteriores se definieron los desechos como toda aquella materia prima inservible o inutilizable que se obtiene de los procesos de transformación de materia prima y materia dañada del campo.

Los desechos para elaboración de abono orgánico, llevan un tratamiento simple, sin embargo esto no significa que no tiene costo, claro está el costo de la preparación y el tratamiento de los desechos es mucho menor que el gasto que se tiene de compra de materia prima que no se utiliza. Algunos tratamientos que se pueden dar a los desechos son los siguientes.

- Desecho de materia prima como alimento para animales

El tratamiento de los desechos de materia prima agroindustriales utilizado en la historia, es la alimentación de animales con estos residuos, pues representa un costo menos en la compra de concentrados y otros alimentos para los animales. En Guatemala además de ser un país agrícola, mucha gente se dedica a la crianza de ganado, esto para obtener alimento de ellos, ya sea productos lácteos, así como el consumo de carnes, también se tienen animales de carga, pues es una forma más económica de transportar cultivos, y de transportarse a regiones cercanas.

Algunas ventajas y desventajas de utilizar los desechos como alimento para animales son las siguientes:

- Ventajas
 - Bajo costo de transporte
 - Eliminación de costo de alimentación para ganado, y otros animales
 - Eliminación del foco de contaminación ambiental.
 - Reducción de riesgos por descomposición de desechos en áreas inadecuadas.

- Desventajas
 - Riesgo de desnutrición de los animales por alimentación deficiente de nutrientes.
 - No todos los desechos son ingeridos por animales.
 - Es necesario realizar procesos con alto costo en el tratamiento para la elaboración de alimentos completos para los animales.

A pesar de ser una buena opción para los animales, y para reducir el foco de contaminación ambiental por residuos, esta opción resulta costosa y bastante trabajosa.

- Desecho de materia prima como fuente de energía

Los desechos agroindustriales por ser una fuente orgánica y viva, presenta características útiles para ser utilizadas como fuente de energía. Los desechos de origen orgánico presentan enlaces químicos que almacenan energía, por lo que dándole un proceso artificial para romper los enlaces químicos de los desechos, es fácil liberar la energía, se puede denominar que

para estos casos los desechos podrían llamarse biomasa, que es masa de material biológico que transporta energía almacenada.

Existen 2 categorías de biomasa como fuentes energéticas que son:

- Fuentes primaria: es la biomasa que no corresponde a utilización humana pero que tiene como característica la producción de energía.
- Fuente secundaria: biomasa que siendo subproducto de una primera utilización, es susceptible a ser sometida a la conservación de energía, como los desechos agroindustriales.

Sin embargo, es necesario contar con el equipo y los procedimientos técnicos necesarios para la conservación y extracción de energía, pudiendo mencionar algunos que son:

- Procedimiento por vía seca: procesos físico-químicos, que se basan en la transformación de materia a temperaturas elevadas, pueden ser procesos de carbonización, gasificación y pirolisis.
- Procedimiento por vía húmeda: procesos bioquímicos en medios acuosos a través de microorganismos, como la digestión anaerobia, y fermentación alcohólica.
 - Biodigestión anaerobia

Proceso de degradación anaerobia de materia orgánica con la finalidad de obtener una mezcla gaseosa (biogás) que contiene un 50% de metano y

un 30 por ciento dióxido de carbono, obteniendo además un residuo con valor de fertilizante con sobrante rico en nutrientes.

- Fermentación alcohólica

Proceso bioquímico a través de levaduras que degradan las azúcares fermentables, produciendo un etanol, para ser extraído por destilación. Este puede ser utilizado como un combustible, incluso podría sustituir a la gasolina, en esta mezcla se eleva el octanaje y se reduce en gran parte el concentrado de agregados como plomo altamente contaminante.

Estos procesos son muy útiles para su aplicación, pues cambiarían mucho en el mundo y contribuirían grandemente en el cuidado del medio ambiente, sin embargo este tipo de utilización representa un elevado costo para los estudios y la realización de los mismos.

- Desecho de materia prima como elaboración de abono orgánico

Los abonos orgánicos son sustancias de origen vegetal o animal, que pertenecen al campo de la bioquímica orgánica, y por lo general son aplicados a los suelos sin necesidad de realizarse procesos o tratamientos físico-químicos previos a su utilización. Sin embargo, es de suma importancia que los abonos orgánicos sean aplicados de la forma adecuada, pues de lo contrario en lugar de beneficiar al suelo, se estarían perjudicando las propiedades de este y de los cultivos que puedan aplicarse.

Para el máximo aprovechamiento del potencial de los desechos orgánicos, estos deben pasar por un proceso previo antes de su integración al suelo de manera que el producto final haya pasado por todos los procesos más

energéticos de la mineralización y se encuentre lo más estable posibles, agregando al suelo aplicado los micronutrientes y macronutrientes necesarios para agregar al suelo más propiedades beneficiosas para el suelo y los cultivos.

Anteriormente se mencionaron los tipos de abonos orgánicos que pueden producirse a partir de los desechos de materia prima en la agroindustria, los que son:

- Compost: elaborado a base de desechos y tierra, con la finalidad de obtener un abono nutritivo para el suelo y las plantas. Característico por ser húmedo y con olor a tierra mojada.
- Bocashi: es un tipo de compost elaborado a base de mezclas de compuestos animales y vegetales, con algunos elementos específicos y concentraciones medibles de los elementos utilizados para la elaboración del mismo.
- Lombricompost: abono orgánico formado a través de la proliferación de lombrices que ayudan a la rápida descomposición de materia orgánica, trabajan 24 horas y se multiplican fácilmente.
- Abonos foliares: tipo de abono orgánico obtenido por la descomposición de materia orgánica en medios acuíferos para la fermentación por estiércoles animales, es el más económico, pues no se necesita de mano de obra, sin embargo es característico por su mal olor.

Se propuso la elaboración de compost, pues es uno de los más factibles para Legumex, S. A., pues cuenta con la mayor parte de los recursos y en cantidades grandes de desechos para la elaboración de este, además que es un apoyo a la comunidad ambiental, pues esta en apoyo al cuidado del medio

ambiente a través de la aplicación de reciclaje y uso de tecnología verde dentro de la empresa.

3.1.4.2. Tiempo de elaboración

El proceso de elaboración de abonos orgánicos, es variable dependiendo del tipo de abono que se ha seleccionado para fines de este caso, se toma en cuenta únicamente la elaboración de abono orgánico conocido como compost, pues es el más sencillo y viable de realizar con los recursos que Legumex, S. A., tiene a su disposición.

El tiempo de elaboración de compost, va a ser variable según la época del año, en el caso de Legumex, S. A., es una ventaja que el altiplano del país, en donde se encuentran las instalaciones de la planta, el clima y la temperatura son constantes, únicamente en el invierno se puede presentar un problema debido a que el proceso se ve interrumpido por el exceso de humedad en la mezcla de los componentes del compost. Lo recomendable es realizar el compost en pilas pequeñas para que sea más rápido el proceso, o bien elaborar un sistema a manera de que no sea muy grande la distancia entre el núcleo de la mezcla y la corteza, para facilitar el movimiento de esta para que el proceso sea uniforme en toda el compostaje.

Se considera tiempo de compostaje el proceso desde que es colocada una pila de mezcla de desechos, hasta la obtención de un compost estable y listo para la utilización del mismo, el tiempo de compostaje varía dependiendo de las características de los residuos y como se menciona anteriormente de las condiciones climatológicas, como la temperatura, el porcentaje de humedad, entre otros; el manejo que se le dé al compostaje y las técnicas utilizadas.

Características de humedad en los desechos utilizados para la elaboración de compost para Legumex, S. A., son las siguientes.

Tabla XII. **Porcentaje de humedad en los desechos**

Producto	% de Humedad
Piña	85%
Melón	87%
Brócoli	92%
Arveja	98%
Ejote	80%

Fuente: elaboración propia.

Con estos datos de información, se sabe que se necesita de una cantidad considerablemente grande de tierra para que la humedad en las mezclas de compost, se estima que la etapa 1 se finalice aproximadamente en 2 semanas y media, y la etapa 2 aproximadamente unas 3 semanas más, hasta llegar a la finalización del proceso, en el cual esta estable, por lo que se considera que el proceso de compostaje es aproximadamente de 5 semanas para características climatológicas constantes, y en caso de variaciones por lluvia o aumento de temperaturas de una o dos semanas menos.

3.2. Utilización de recursos de la empresa

La finalidad de la propuesta de elaboración de abono orgánico de tipo compost, es la utilización de los recursos con que cuenta Legumex, S. A., para optimizar tanto los recursos de materia prima que son los desechos, como también todos los recursos posibles, con el objetivo de generar mayor utilidad

para la empresa, minimizar los costos de producción y de compras de materiales.

3.2.1. Instalaciones

Agroindustria Legumex, S. A., ubicada en el kilómetro 52,5, de la carretera interamericana en el municipio de El Tejar, Chimaltenango cuenta con instalaciones en un área grande, separándose por áreas:

- **Área administrativa**

Es el complejo en donde se encuentran las oficinas generales, se cuenta con 2 edificios pequeños para la mejor organización de la empresa, un edificio está destinado para la utilización de procesos administrativos, como gerencia y contabilidad. El segundo edificio, es utilizado para oficinas de recursos humanos, jefatura de operaciones y transporte, y oficinas destinadas para el departamento agrícola.

- **Área de plantas de proceso**

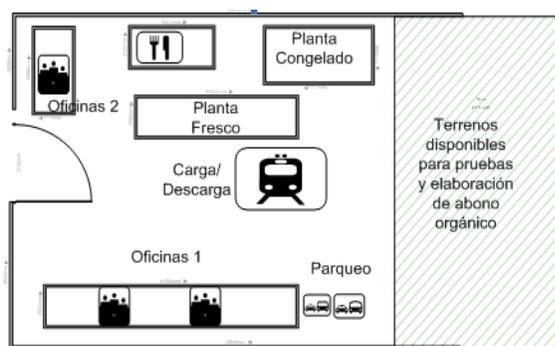
Legumex, S. A., cuenta con 2 plantas destinadas a los procesos de transformación y empaque de materia prima, cada una con las especificaciones necesarias y certificadas para la manipulación de productos de la mejor calidad. La planta de productos en fresco se encuentra ubicada en un edificio pequeño, conjuntamente con sus respectivos laboratorios y oficinas destinadas a las personas que controlan el funcionamiento de la planta; la planta de congelado, es una planta ubicada en un sector más amplio, pues el proceso de congelado tiene varias etapas, y se necesita de una línea de producción bastante grande, y maquinaria pesada para producir productos de la mejor calidad.

- Área de campo

Se cuenta con un área de campo, destinada a algunos cultivos eventuales y realización de pruebas para cultivos pequeños que son adaptables a las condiciones climatológicas de la región occidente, esta área podría ser utilizada para la creación de invernaderos para elaboración de compost y adaptarse a las necesidades del mismo.

El área de campo, es adecuada, pues se encuentra en un área lejana a poblaciones que pueden ser afectadas por cualquier tipo de contaminación que pueda existir, además de ser un área utilizada para cultivos, es un lugar con tierra disponible para la elaboración de compostaje al aire libre, y con tamaño adecuado para realizar cantidades considerablemente grandes de abono, así como para mantener un invernadero como bodega de almacenamiento de abono orgánico. (Ver figura 12).

Figura 12. **Distribución de la planta**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Maquinaria

La optimización del recurso de maquinaria, puede presentarse a través de la utilización máxima de vida de una máquina, para Legumex, S. A., es un costo fijo, lo que representa que mensualmente hay que dar un mantenimiento preventivo a la máquina, sin embargo las pérdidas que se dan por desechos durante un mes, es mayor que el costo de mantenimiento adicional que se le daría a una máquina por utilizarla unas cuantas horas más, sin embargo la elaboración de abonos orgánicos del tipo de compost, no requiere de un uso grande de maquinaria, incluso de no contar con maquinaria para algún tipo de proceso, este puede elaborarse solamente con mano de obra.

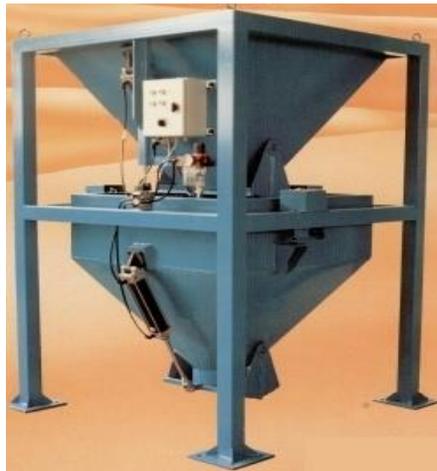
Aunque la elaboración de compost no requiera de utilización de maquinaria en específico, la utilización de la misma puede representar un ahorro en el tiempo de elaboración en la etapa primaria de este.

La maquinaria con que cuenta Legumex, S. A., y que puede ser utilizada en procesos de elaboración de abonos, son:

- **Báscula con tolva:** la finalidad de la utilización de las básculas con tolva en el caso de Legumex, S. A., es que la cantidad de desecho que se deposita en las tolvas, sea pesado sin necesidad de estarlo moviendo de lugares, es de suma importancia saber qué cantidad de desecho se utiliza para la elaboración del compostaje pues, todo debe ir equilibrado con la cantidad de tierra y el tiempo de su preparación. Actualmente se cuenta con esta maquinaria y es utilizada para controlar las cantidades de materia prima inservible dentro de las instalaciones de la planta, pues actualmente se toma como pérdida, al no ser utilizada.

El mantenimiento de las básculas con tolvas no es sumamente costoso, pues solo debe darse un mantenimiento preventivo, la buena utilización de esta máquina y el mantenimiento diario de la misma, representa un ahorro en el mantenimiento correctivo de la misma, además de que la certificación AIB tiene estándares establecidos para la utilización de maquinaria para el proceso de productos alimenticios. (Ver figura 13)

Figura 13. **Báscula con tolva**



Fuente: Talleres Salo, S.L.

- Cortadora industrial de alimentos: la cortadora de alimentos industriales, es un instrumento utilizado para cortar piezas de dimensiones programadas, o clasificación de algunas como los ejotes, pues estos deben tener un tamaño estándar para clasificar como producto de primera categoría. Esta máquina puede ser utilizada para cortar en trozos de tamaños fáciles de manejar en la elaboración de compostaje, pues entre más pequeños sean, la descomposición de los desechos se acelera y el proceso de terminación de compost es más rápido y eficaz.

Dentro de una industria, cuanto menor sea el tiempo de producción, representa una mayor cantidad de producción, por lo que si el producto es negociable y de buena calidad, para la empresa esto representará mayores ganancias, de allí la importancia de poder controlar los procesos de producción de compost.

Figura 14. **Cortadora industrial de alimentos**



Fuente: [http:// www.teycomosur.com](http://www.teycomosur.com). Consultado: 15 de mayo de 2013.

- Tolva de desechos: la tolva de desechos es muy similar a la tolva de las básculas mencionadas anteriormente, sin embargo esta no tiene un medidor o contador de desecho, pues esta únicamente es utilizada con la finalidad que al acumularse material de desecho dentro de las instalaciones de la planta en cada estación de la línea de producción, sea eliminada de la planta hacia fuera de la misma, en donde es colocada en estantes destinados para el desecho y luego ser transportadas al lugar final de origen, esta tolva de desechos, es de mucha importancia, pues ayuda a que los desechos que se acumulan en la línea de producción no contaminen ni sean agregados por accidente al producto final.

La utilización de la maquinaria que se mencionó anteriormente, representa un uso óptimo en el manejo de los desechos dentro de Legumex, S. A., pues puede seguir siendo utilizada con otros fines, lo que representa gastos menos en la compra de maquinaria adicional, no es necesario capacitar nuevo personal para la utilización de las mismas y al mismo tiempo la cantidad de energía que estas utilizan, podría ser relativamente poca, pues las industrias por lo general tienen un convenio con la empresa eléctrica por un rango de consumo energético mensual, y una cuota correspondiente a la misma.

3.2.3. Personal

Como toda parte importante y de gran valor para la empresa, se toman los recursos, sin embargo, el recurso primordial para el buen funcionamiento de una empresa de cualquier índole, es el recurso humano, cuando se menciona el personal como parte de los recursos, esto significa que es importante la utilización óptima de los empleados, siempre que la optimización del recurso este dentro de los parámetros estables del Código de trabajo.

El personal necesario para la elaboración de compost, puede ser personal que labora dentro de la empresa en líneas de producción u operación de maquinaria, pues no es necesario un conocimiento muy profundo en la elaboración de este abono.

Además de personal operando en la elaboración de abono orgánico, se necesita personal con habilidades para capacitar a los operarios, y además de eso, crear un departamento encargado de la administración de compostaje listo, como inventarios y cantidades de producto manejadas, así como también la negociación del producto con empresas e instituciones interesadas.

- Perfiles de personal

Los perfiles de puesto, son una parte muy importante, pues en base a estos se contratará a los mejores candidatos, con las cualidades y experiencias necesarias, lo que ayuda a reducir el tiempo de selección de los mismos. Algunos de los puestos necesarios son los siguientes:

- Operario de optimización de desecho

Deberá encargarse conjuntamente con su equipo, la elaboración de la cantidad de abono orgánico asignada, así como de velar por que el proceso se lleve a cabo de la manera establecida, comprometiéndose y colaborando con todas las actividades necesarias para que el proceso sea llevado a cabo bajo las especificaciones establecidas y garantizar la mejor calidad de productos.

Todo proceso que comprenda el aprovechamiento de desechos, o de materia prima, deberá ser manejado por el operario, mostrando que tiene las capacidades necesarias para la elaboración de procesos y optimización de los recursos utilizados en el mismo, el perfil necesario es el siguiente. (Ver tabla XIII).

Tabla XIII. **Perfil operario de optimización de desecho**

PERFIL DE PUESTO	
Nombre del puesto	Operario de optimización de desechos
Empresa	Agroindustria LEGUMEX, S. A.
Departamento	Optimización de Recursos
Unidad	Manejo de desechos
Ubicación	Kilómetro. 52,5 carretera Interamericana, el Tejar Chimaltenango
CARACTERÍSTICAS DEL PUESTO	
Encargado de la elaboración de abono orgánico	
Manejo de desechos agroindustriales	
REQUISITOS	
Experiencia como operario de planta agroindustrial	
Experiencia en manejo de desechos	
6to primaria mínimo	
Proactivo, dinámico, que trabaje en equipo	

Fuente: elaboración propia.

- Jefe de Departamento de Optimización de Recursos

Esta persona deberá encargarse de asignar y coordinar las capacitaciones del personal para esta unidad, además de coordinar los grupos de trabajo y establecer las cantidades necesarias de compost para el período correspondiente, asignando a cada grupo de trabajo lo necesario para establecer una producción de compost óptima. Esta persona debe ser responsable por que la realización de las actividades llevadas a cabo por los operarios a su cargo, sean realizadas bajo la supervisión estricta de los procesos y en base a los manuales creados para la elaboración de abono orgánico. Perfil adecuado. (Ver tabla XIV).

Tabla XIV. **Perfil jefe de Departamento Optimización de Recursos**

PERFIL DE PUESTO	
Nombre del puesto	Jefe de departamento optimización de recursos
Institución	Agroindustria LEGUMEX, S. A.
Departamento	Optimización de recursos
Unidad	Manejo de desechos
Ubicación	Kilómetro. 52,5 carretera. Interamericana, el Tejar Chimaltenango
CARACTERÍSTICAS DEL PUESTO	
Coordinar la producción de abono orgánico.	
Manejo de grupos de trabajo	
Programación de capacitaciones a operarios	
REQUISITOS	
Experiencia en manejo de equipos de trabajo	
Experiencia de 2 años como Jefe de producción o logística	
Perito agrónomo, perito agroforestal.	
Disponibilidad de horarios rotativos	
Experiencia en manejo de equipos de trabajo	

Fuente: elaboración propia.

- Capacitores de optimización de recursos

Es necesario que toda persona que se involucre en el proceso de elaboración de compost, debe conocer básicamente lo que hace y cuál es la finalidad con la que se hace, además de conocer las herramientas que se van a utilizar para el proceso y con el objetivo de mantener un orden y cumplir con la programación y dar un producto de la mejor calidad.

Las capacitaciones deberán ser programadas por el personal encargado de la administración de equipos, conjuntamente con el capacitor para no afectar los procesos de producción de la planta. (Ver tabla XV).

Tabla XV. **Perfil capacitador de optimización de recursos**

PERFIL DE PUESTO	
Nombre del puesto	Capacitor de optimización de recursos
Institución	Agroindustria LEGUMEX, S. A.
Departamento	Optimización de recursos
Unidad	Manejo de desechos
Ubicación	Kilómetro. 52,5 carretera. Interamericana, el Tejar Chimaltenango
CARACTERÍSTICAS DEL PUESTO	
Capacitar al personal sobre la optimización de recursos y cuidado de medio ambiente	
Realizar exposiciones sobre elaboración de abono orgánico y sus beneficios como apoyo al medio ambiente	
Talleres para Inducción de elaboración de compost	
REQUISITOS	
Experiencia como capacitador , 1 año mínimo	
Perito agrónomo, perito agroforestal.	
Conocimiento de manejo de desechos orgánicos	
Experiencia en manejo de equipos de trabajo	

Fuente: elaboración propia.

- Personal de la empresa: este grupo de personas, lo constituyen las personas que laboran actualmente dentro de la empresa, que son parte del funcionamiento de la misma, incluyendo operarios de líneas de producción, personal administrativo, personal del Departamento de Logística, personal de manejo de maquinaria pesada y personal de limpieza.

El personal necesario para las actividades de la elaboración de abono orgánico, puede ser seleccionado de personal operativo y/o de otros departamentos, siempre y cuando cumpla con los requerimientos de cada perfil

de puestos, además también puede realizarse un proceso de reclutamiento externo por el Departamento de Recursos Humanos.

3.2.4. Tiempo

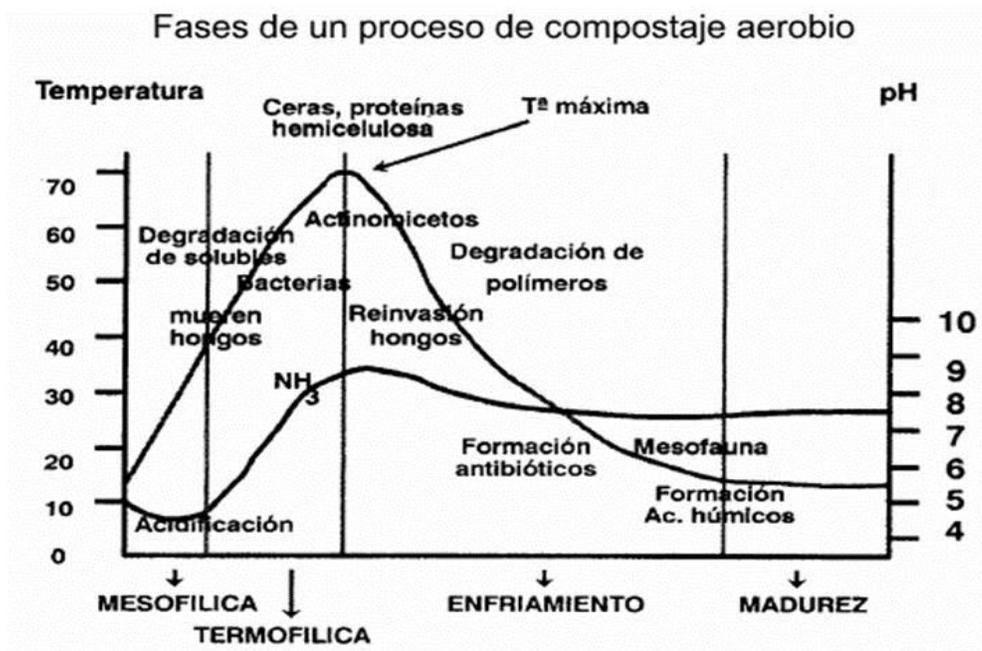
El tiempo es oro, un refrán muy conocido que muchas veces es utilizado para bromear, sin embargo si se analiza el tiempo como un recurso, sabiendo que todo recurso mal administrado represente un problema y una pérdida para una empresa, pues de la misma manera el tiempo, cuanto más tiempo pasa sin ser utilizado adecuadamente, se refleja en que es desperdicio, pues al no producir, tampoco se puede generar un ingreso dentro de una empresa.

El tiempo es uno de los recursos más importantes en la elaboración de compost, pues este proceso está clasificado en diversas etapas, las cuales necesitan cumplir con cierto rango de tiempo para adaptar las características necesarias para seguir su transformación hacia otra etapa.

- Fase mesófila: esta fase es donde el compost se encuentra en temperatura ambiente y va aumentando la misma conforme el tiempo transcurre, y esta etapa dura aproximadamente 1 a 2 semanas.
- Fase termófila: en esta etapa, la temperatura va ascendiendo hasta llegar a la temperatura máxima entre los 70 y 90 grados Celsius, aproximadamente entre 5 y 9 días después de la etapa mesófila.
- Fase de enfriamiento: en esta etapa comienza a disminuir la temperatura, y por ser un proceso de descomposición se comienzan a producir hongos, que se alimentan de los nutrientes de los desechos, para luego comenzar la formación de antibióticos, lo que dura un aproximado de 1 semana.

- Fase de maduración: en esta fase se culmina el proceso pues la temperatura alcanza la temperatura ambiente y se muestran características de un compost estable, como el color oscuro y el olor a tierra mojada, este proceso dura alrededor 4 días.

Figura 15. Fases de compostaje



Fuente: <http://compostajedomestico.wordpress.com>. Consultado: 15 de mayo de 2013.

El tiempo para la elaboración de abono orgánico se denomina tiempo de compostaje, que es el que transcurre desde la conformación de una pila de compostaje, hasta obtener un compost estable.

El tiempo de compostaje puede variar, según las características de los desechos a utilizar, en este caso; la piña, melón, brócoli, arveja y ejote, los

cuales tienen una característica principal, puede variar con las condiciones climatológicas, si la temperatura aumenta o disminuye, se ve afectado el proceso, y con manejos químicos y físico-químicos, en el caso de que se aplique, aunque para obtener una mezcla más estable, es mejor dejárselo a la naturaleza sin agregar procedimientos fisicoquímicos, y sin embargo aunque no se apliquen, este tipo de procesos puede verse afectado por lluvias, o por cambios en la dirección del viento por alguna tormenta.

En base a la información anterior, Legumex, S. A., deberá contar con la disponibilidad de tener las áreas destinadas para elaboración de compost controladas, y disponibles por aproximadamente 1 mes.

Debido al clima en el altiplano del país, y la ubicación de la planta se encuentra en un lugar templado, lo más recomendable es la creación de invernaderos controlados, para que la producción de compost sea constante y el tiempo de producción no se vea afectado por variaciones climatológicas.

3.3. Costos

Los costos son un tema de suma importancia en cualquier empresa, pues la finalidad de toda industria, es el generar utilidades, y minimizar los costos. Los costos por manejo de desechos en Legumex, S. A., anualmente son bastante elevados, por lo que se han realizado estudios para la elaboración de proyectos factibles con el manejo de estos desechos, con el objetivo de generar una utilidad a través de la venta o utilización de los mismos.

Anualmente se estima un costo de compra de desechos, pues todo lo que no sea materia prima utilizable para la producción actual de la empresa, se define como desecho, según la siguiente tabla se estiman gastos por desecho,

refiriéndose a la compra del mismo como parte de materia prima, que no puede evitarse, pues este desecho es de vital importancia en el mantenimiento adecuado de la materia prima hasta el momento de ser utilizada y este ser clasificado como desecho, pues no agrega valor en ningún momento del proceso de producción. (Ver tabla XVI)

Tabla XVI. **Costo de desecho anual por producto**

Producto	Cantidad Desecho (lb/ año)	Costo de Desecho anual
Brócoli	21 600 000	Q 19 440 000,00
Piña	780 000	Q 858 000,00
Melón	1 200 000	Q 480 000,00
Ejote	900 000	Q 2 025 000,00
Arveja	900000	Q 3 150 000,00
Total		Q 25 953 000,00

Fuente: elaboración propia.

Los costos por compra de desechos, son elevados anualmente, en promedio se gastan alrededor Q 25 953 000,00 en materia prima inutilizable, sabiendo que la finalidad de la empresa es maximizar las utilidades y el aprovechamiento del desecho, se propuso la utilización del mismo en elaboración de abono orgánico y aprovechar al máximo la materia prima ingresada a planta.

3.3.1. Manejo de desechos

El manejo de desechos propuesto, es realizado mediante el tratamiento adecuado de deposición y clasificación para la elaboración de abono orgánico,

el cual a su vez ayuda a mejorar los aspectos del suelo e incluso pueden ser utilizados en elaboración de abono para la comercialización dentro del territorio nacional con personas o empresas interesadas en la disminución de componentes químicos para la agroindustria, o cultivos propios.

Es importante que los desechos sean manipulados por personal capacitado en la clasificación de estos, que conozcan luego de ser capacitados, las necesidades que tiene la empresa y los requisitos de desecho para formar parte de los productos que serán utilizados en la elaboración de abono orgánico. El manejo de desechos en este caso, tiene variedad de características positivas, para la industria, medio ambiente y para la población en general, a continuación se hace mención de algunas de las ventajas del manejo de desechos que tienen la elaboración del compost.

- Para el medio ambiente
 - Minimización de contaminantes para el ambiente con la reducción de componentes químicos.
 - Minimización de contaminación al agua.
 - Aumento de la productividad de la tierra, y mayor oxigenación en el ambiente.

- Para la agroindustria.
 - Aprovechamiento al máximo de la materia prima.
 - Reducción de desechos y gasto por manejo de los mismos.
 - Aumento en la capacidad productiva de la tierra.
 - Aumento en las utilidades y minimización de gastos y pérdidas.

- Para la población en general
 - Reducción de enfermedades por agua contaminada.
 - Eliminación de gases tóxicos y malos olores por aéreas aledañas a fosas de desechos.
 - Aumento de nutrición a través del consumo de productos que han utilizado el abono orgánico.
 - Utilización de todos los residuos.

Es importante tomar en cuenta que al utilizar el desecho, se aprovechan al máximo además de la materia prima, los recursos con que cuenta la empresa, como se mencionó anteriormente, es importante no solo la generación de utilidades sino también establecer un equilibrio entre lo que se produce, lo que se vende y se utiliza.

3.3.2. Utilización de recursos

La utilización de los recursos, es una manera de mejorar los procesos que se realizan en Legumex, S. A., la administración de los recursos que se tiene dentro de la empresa es importante para la elaboración de la propuesta de crear un nuevo producto a partir de las partes que antes se definían como desechos. La reutilización de materia prima inservible y de algunos recursos con que la empresa cuenta es un giro total para la empresa, pues es una propuesta prometedora de logros y avances dentro de la misma.

La óptima utilización de los recursos es una parte importante en el desarrollo de la empresa, pues debe existir un cambio constante, como parte de la mejora continua, que beneficia tanto a la empresa como al personal que labora en ella, es una empresa en pleno desarrollo y con la confiabilidad que

cualquier persona o entidad extranjera interesada en la compra de los productos guatemaltecos de la mejor calidad merece.

Es importante establecer el beneficio que se agrega al lograr la optimización de los recursos, pues no se considera importante el cambio si no genera mejoras, pues no se cumple con los objetivos necesarios.

En la siguiente tabla se puede mostrar información sobre la optimización de recursos a través de la utilización de estos.

Tabla XVII. **Beneficios de la utilización de recursos en Legumex, S. A.**

Recurso	Utilización	Beneficio
Personal (RRHH)	Implementación de capacitaciones, con el objetivo de reducir el consumo de químicos en los cultivos, elaboración de abono orgánico. Reubicación estratégica de personal para elaboración de abono orgánico	Reducción de costos para contratación de personal para el proyecto
Materia prima	Utilización en un 100% de la misma	Aprovechamiento de gasto de compra
Desecho	Como un recurso, pasa a ser materia prima de los abonos orgánicos	Minimización de pérdidas, generación de utilidades.
Maquinaria e instalaciones	Máxima utilización de la misma con procesos para facilitar la descomposición y optimizar el tiempo para elaboración de abono.	Optimización en la utilización de máquinas e instalaciones.

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Relación Beneficio Costo

La elaboración de la propuesta para el aprovechamiento de desecho de materia prima para la optimización de recursos en Legumex, S. A., como una de las agroindustrias exportadoras más grandes de Guatemala, representa una inversión como todo nuevo proyecto, a grandes rasgos es importante tomar en cuenta que la generación de nuevas utilidades, los beneficios a la población y la reducción de los costos para la empresa, es la parte fundamental y la vía a través de la cual se establece la factibilidad del proyecto de elaboración de abono orgánico para la utilización y/o negociación del mismo.

El plan para elaboración de abono orgánico, promete el beneficio mutuo entre la empresa y el medio ambiente, población que se ha visto afectada por manejo de desechos y claro representa una oportunidad de generar utilidades, por medio de lo que antes representaba una pérdida.

Antes que la generación de utilidades, esta la reducción de costos de manejo de desechos, y aunque actualmente sean donados a otra empresa para alimentación de animales, representa un costo de compra de los mismos, como se ha visto a través de este trabajo, actualmente las pérdidas anuales son sumamente grandes, y el objetivo del proyecto es depurar las pérdidas, si es posible en un 100 por ciento, que es el primer paso para la reducción de los costos de la empresa.

Algunos factores que pueden utilizarse para establecer la reducción de costos dentro de la empresa son:

- Eliminar maquinaria que necesita mantenimiento en períodos de tiempo seguidos, pues esta solo genera un gasto en consumo de repuestos, mantenimiento y energía, además de tiempo y afecta la productividad de la empresa.
- Realizar una reasignación de personal a través de un estudio de tiempos en las líneas de producción, pues puede que el trabajo que estén realizando los este desmotivando.
- Eliminar puntos críticos de fuga, donde se generen gastos y se estén utilizando demasiados recursos, sin ser necesario.
- Aprovechamiento al máximo de desecho de materia prima y clasificación adecuada de los mismos.

3.3.3.1. Generación de utilidades

La implementación del proyecto para la elaboración de abono orgánico, es una idea prometedora para el cambio y la negociación en el mercado agroindustrial, como una alternativa más económica y amigable al ambiente para la aplicación de nutrientes a cualquier tipo de cultivos, para la reducción de costos y el aprovechamiento en el 100 por ciento de los insumos que se compran. Este proyecto también representa una fuente de oportunidades para generar utilidades y conseguir negociaciones con empresas interesadas en la disminución de productos químicos en sus cultivos.

Para que se logre una generación de utilidades a través de la venta de abono orgánico, es importante realizar un estudio de mercado, tomando en cuenta los aspectos más importantes para este.

- Segmentación de mercado: enfocando los sectores más fuertes para los cultivos dentro del territorio nacional, como el occidente del país.
- Precios de competencia de productos: establecer un precio accesible al producto, comparado con los precios de los fertilizantes químicos que actualmente se utilizan.
- Demanda del producto: en base a la segmentación correcta del mercado, se pueden realizar estudios y/o encuestas para determinar la utilización y demanda que el abono orgánico puedan tener al ser colocado en el mercado.

Como parte del estudio de mercado, se pueden visitar agroindustrias para realizar encuestas y/o poner el producto como una oferta prometedor y como una alternativa a la compra de fertilizantes químicos, que además de dañar al medio ambiente, son más costos y pueden ser riesgosos para alterar la composición físico-química de los productos.

Las utilidades que pueden ser generadas a través de la implementación del proyecto de creación y venta de abono orgánico, deberá ser establecida en base a los costos de producción que Legumex, S. A., logre obtener mediante el período de prueba del producto, y es importante para determinar si es viable la venta del producto, aunque en caso de no serlo para la empresa, la reutilización de este producto representa el ahorro de pérdidas, compra de materia prima inservible y gastos de manejo de desechos sólidos.

Dentro de los costos de producción, puede utilizarse el costo de desechos como costo de materia prima, pues para el nuevo producto el desecho, es la base para la creación de abono orgánico, aproximadamente se están

obteniendo unas 495 mil libras de desecho mensual, lo que representa la compra de nueva materia prima por Q704 750.00 según la siguiente tabla.

Tabla XVIII. **Costo mensual de desecho**

Producto	Cantidad desecho (lb)/mes	Costo mensual
Brócoli	180 000	Q162 000,00
Piña	65 000	Q71 500,00
Melón	100 000	Q40 000,00
Ejote	75 000	Q168 750,00
Arveja	75 000	Q262 500,00
Total	495 000	Q704 750,00

Fuente: elaboración propia.

Para la estimación de los costos de producción, es necesario realizar los estudios necesarios, tanto en el Departamento de Recursos Humanos y en el de Producción para establecer, los costos por la utilización de maquinaria y de recursos humanos, y poder establecer de esa forma un precio de venta para definir el punto de equilibrio y las utilidades que se generan.

3.3.3.2. Optimización de los recursos

La optimización de recursos que se pretende tener a través de la propuesta anterior, se obtiene a través de la implementación del plan de acción para elaboración de abono orgánico, a través de la utilización de todos los recursos de la empresa para cumplir con los objetivos del proyecto.

La finalidad de utilizar los recursos de manera óptima, es la reducción en los costos para producción de la empresa, tanto en la implementación y

desarrollo del proyecto nuevo, como de los procesos existentes, esto puede llevarse a cabo a través de una reasignación de actividades a cada uno de los recursos con que se cuenta.

Es importante saber que además de la administración de recursos con que se cuenta, la optimización de recursos, no significa que no puede necesitarse un recurso que aún no existe dentro de la empresa, sin embargo los costos de adquisición de nuevos recursos como maquinaria, personal, recipientes para elaboración de compost y construcción de invernaderos. Puede ser más económico después de haber reducido la utilización de los recursos con los que se cuenta, esto para evitar gastos innecesarios.

La reorganización de recursos dentro de la planta de Legumex, S. A., es una forma de reingeniería en los procesos de producción y del recurso humano, implementando este para la colocación y organización de recursos para poner en práctica el proyecto de elaboración de abono orgánico, lo que representa muchos beneficios para la empresa, uno de los más importantes, es la optimización de los recursos con los que ella misma cuenta, entre estos se pueden mencionar:

- Establecer indicadores de gestión para procesos de la organización y de los proyectos implementados.
- Estandarizar los flujos de operaciones.
- Eliminar la realización de actividades sin valor agregado y disminuyendo la utilización de recursos en las mismas.
- Reducir los tiempos de operación en los procesos.
- Definir claramente los insumos que se necesitan para cada servicio.
- Identificar nuevas oportunidades como parte de la mejora continua.

4. IMPLEMENTACIÓN

Para implementar la propuesta sobre el manejo de desechos de materia prima en Legumex, S. A., a través de la elaboración de abono orgánico, se puede implementar a través de un plan de acción, en el cual se indican los procedimientos adecuados para mantener las características del terreno y las condiciones climatológicas adecuadas, adaptando los recursos necesarios para la elaboración del mismo, administrado por las entidades responsables y que son responsables de velar por el cumplimiento y la organización para la elaboración del mismo.

El análisis de mercado, se toma en cuenta como un indicador de la demanda y de la viabilidad que puede tener el proyecto para ser utilizado como un producto para la venta y no solo la utilización de materia orgánica clasificada como desecho.

La implementación de la propuesta, pretende establecer y monitorear las actividades necesarias de la elaboración de abono orgánico, que funcionan como indicadores del beneficio que la empresa puede adquirir a través del aprovechamiento de desechos y la optimización de los recursos, mediante el tratamiento adecuado, y que a su vez beneficia al medio ambiente, a la población en general y contribuye a la creación de conciencia empresarial de la utilización de tecnologías verdes y amigables con el medio ambiente

4.1. Plan de acción

Es necesario el establecimiento y organización de un plan de acción para la elaboración de compost o abono orgánico a partir de los desechos, pues es necesario que los procedimientos y normas establecidas dentro de Legumex, S. A., sigan siendo de la misma calidad, bajo los mismos estándares y sin tener que afectar las valoraciones que se han logrado a través de las certificaciones con que actualmente se cuenta.

Como parte del plan de acción, es importante crear un comité organizador del mismo, en el cual se ve involucrado todo el personal de la empresa, desde el operario que realiza las acciones más simples, personal de mantenimiento, administrativo, hasta el más alto nivel de gerencia de la misma.

El plan de acción a tomar, está elaborado a través de una serie de etapas, en las que cada una de ellas necesita ser organizada y dirigida adecuada y detalladamente como parte de la implementación de un nuevo plan, en el que se ven involucrados todos los empleados, jefes y demás personal de la empresa, en el que habrá que realizar una serie de análisis necesarios a los procesos y actividades realizadas, para establecer si estos deben afirmarse como parte adecuada y que agregan el valor necesario, o bien para descartar actividades que no tienen valor o que pueden afectar la calidad y productividad de la empresa.

Las etapas del plan de acción están definidas a grandes rasgos como un conjunto de actividades necesarias para la implementación del plan indicado en el capítulo anterior, las etapas necesarias son las siguientes: (ver figura 16).

Figura 16. **Etapas del proyecto**



Fuente: elaboración propia

- Inicio

En esta etapa se evalúa la necesidad de realización de un proyecto en el cual Legumex, S. A., pueda disminuir sus gastos, aprovechando al máximo los recursos con los que cuenta, y especialmente la creación de un proyecto para el aprovechamiento de los desechos de la materia prima, que son comprados como materia prima y no como desecho, lo que representa un alto costo de transportes y de mantenimiento de la planta, así como de la necesidad de crear actividades para el manejo y deposición final de los desechos, es importante en esta etapa, definir los factores más importantes que son los siguientes:

- Generar utilidades: a través de la venta y la utilización de desechos.

- Minimizar costos: al reducir la cantidad de desechos inutilizables, que representan un gasto de movilización y riesgo de contaminación ambiental.
 - Optimización de los recursos: al aprovechar los recursos humanos, maquinaria y tiempo, como parte de implementación de una mejora dentro de la empresa.
- Planeación del proyecto

En esta etapa, se crea el plan adecuado para la realización del proyecto en el que se toma en cuenta la organización de los recursos con que cuenta la empresa, para establecer su función en cada parte del proyecto, se evalúan las técnicas, actividades y procedimientos que son necesarios y adecuados para poner en marcha la elaboración de abono orgánico a partir de los desechos, de lo que se puede mencionar:

- Elaboración de invernaderos para controlar el tiempo y temperatura necesarios para la producción de abono orgánico, y así garantizar la mejor calidad del mismo.
- Elaboración de pilas, de tamaños adecuados en los que se pueda producir de mejor manera el compost.
- Creación de grupos encargados del mantenimiento y el control de los invernaderos en donde se produce el abono.

- Ejecución

En la etapa de ejecución, deben ser tomados en cuenta los factores más importantes, lograr la mayor productividad de abono orgánico, tomando en cuenta factores como:

- Calidad: garantizar que el abono orgánico contenga la máxima cantidad de nutrientes y este elaborado bajo los procesos más adecuados.
- Tiempo de producción: que el tiempo que tome la producción de abono, desde el momento en que se mezclan los ingredientes, hasta que se descompone el compostaje completo, sea el tiempo adecuado para prometer un producto de la mejor calidad.
- Procesos de producción: garantizar que los procesos de producción utilizados son los mejores que garanticen la calidad y el tiempo adecuado de elaboración del producto final.
- Minimización de errores: garantizar que los estándares de calidad establecidos para el proyecto, disminuyan la cantidad de riesgos de producción inadecuada y desperdicio de recursos.

- Control

Sabiendo que la empresa cuenta con certificaciones HCCP, las cuales se basan en el análisis de riesgos y el establecimiento de puntos de control, pueden bajo las mismas normas establecerse y adaptarse al proyecto de elaboración de abono orgánico, controles en los cuales se evalúen los puntos

críticos de producción, en donde debe ser evaluada la calidad del producto y que este sea lo más estable, para que no afecte la productividad de la planta cercana, y además la evaluación de riesgos que tiene la empresa, al producir abono orgánico, cerca de la planta procesadora de alimentos.

El control de calidad es necesario para cualquier proceso de producción, aunque los parámetros deben estar establecidos por el tipo de producción que se tiene, pues no es lo mismo el control de calidad para el abono orgánico como para la planta de transformación de materia prima alimenticia, sin embargo, estos procesos que están ligados y estandarizados, pueden arrojar información necesaria para la evaluación del control de la producción de abono orgánico.

Algunos de los factores a tomar en cuenta son:

- Riesgos de contaminación dentro de la planta por manejo inadecuado de las instalaciones.
 - Plan de emergencia y plan seguridad e higiene industrial, en especial en este por ser una industria alimenticia, se debe contar con personal capacitado para trabajar específicamente en sus áreas asignadas para evitar riesgos de accidentes.
- Terminación

En la fase de terminación de proyecto, pueden ser evaluados los resultados esperados de la elaboración de abono orgánico a través de los siguientes indicadores.

- Errores de proceso: si se arrojaron errores de productividad, como procesos fuera de tiempo, o complicación en el transcurso de la descomposición de los desechos.
- Estándares de calidad: si el producto cumple con las especificaciones necesarias para calificar como bueno.
- Pruebas del producto final: Realización de pruebas para la utilización del producto final
- Precio de producción: si la producción de abono orgánico representa más gastos que el manejo anterior de desechos, puede ser descartado.

4.1.1. Elaboración de abono orgánico

La elaboración de abono orgánico a partir de desechos, es una idea prometedora como optimización de recursos de la empresa, tomando los desechos no como algo inservible, sino como una materia prima para la creación de un nuevo producto.

Para la elaboración de abonos orgánicos, es importante tomar en cuenta varios aspectos, antes de decidir comenzar la elaboración del mismo, se puede mencionar como parte importante, las siguientes.

- Condiciones necesarias para la elaboración del abono orgánico

Las condiciones para la elaboración de abono orgánico deben tomar en cuenta factores que pueden ser importantes en la producción del mismo, pues

es importante que este se encuentre en un lugar alejado de la población, en donde puede representar un riesgo de contaminación, y es necesario tomar en cuenta lo siguiente.

- El lugar de elaboración del compostaje: este debe colocarse en un lugar alejado del foco central de la población, pues por este tener procesos de descomposición, puede representar contaminación para la población, pues en la primera fase de descomposición se proliferan bacterias y microorganismos para estos procesos.
 - La distancia de separación entre el lugar de elaboración de compostaje y otras áreas en las que pueda representar contaminación, debe ser moderada, pues no se puede colocar en un lugar sumamente alejado, pues de esta manera será difícil tener un control adecuado del mismo, los únicos factores importantes podrían ser, el tratar de mantener el lugar de la elaboración del compost de fuentes de agua que puedan verse afectadas por la contaminación que este pueda representar.
- Proceso de compostaje

El compostaje es un proceso en el que ocurre oxidaciones y mineralizaciones de la materia orgánica, similares a las que ocurren en los suelos, a través de la humificación, pues esto se produce gracias a que los desechos son fácilmente asimilables a los microorganismos, y el producto final es un compuesto mineralizado que puede sufrir mineralizaciones posteriores al ser nuevamente incorporado al suelo como parte de un fertilizante orgánico. El proceso del compostaje, representa diversas fases, y es importante dar un

tratamiento y clasificación adecuada a las materias utilizadas con la finalidad de facilitar la fermentación de estos.

Es importante que para la elaboración de abono orgánico, se debe tomar en cuenta los parámetros de control de procesos que son los indicadores, y de las fases del compostaje, como pueden ser también los que afecten o beneficien la producción del mismo, estos son los siguientes:

- Temperatura: a través de esta se sabe que fase tiene el proceso debido a la actividad metabólica de los microorganismos.
 - Aireación: es un proceso importante, pues se necesita de oxígeno para el desarrollo adecuado de los microorganismos, y la función de la aireación es añadir el oxígeno necesario y la evacuación de dióxido de carbono que se produce en la mezcla.
 - Humedad: la humedad está relacionada con la aireación, pues los microorganismos utilizan el agua como el medio de transporte para los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular, y esta varía dependiendo del tamaño de las partículas y del sistema que se utiliza para la producción de compost.
- Metodología para elaboración del compostaje

La metodología que se utiliza para la elaboración de compost, es la que define las cantidades de agua y oxígeno necesarias para la buena producción de abono orgánico, y en base a esta, se debe establecer un monitoreo adecuado de la temperatura, y establecer si se necesita proteger del aire el

compostaje a través de colocación de invernaderos o es conveniente realizar los procesos al aire libre.

4.1.1.1. Implementación del plan

La implementación del plan, está basado en 3 fases, mediante los cuales se conoce la información necesaria sobre cada una de ellos, para lograr el objetivo final de cumplir con la implementación de manera óptima.

Los puntos son:

- **Materias orgánicas:** definiciones sobre materia orgánica y otros residuos o materiales, para la breve clasificación de los elementos a utilizar.
- **Procedimientos de aplicación:** métodos más accesibles para la elaboración de abonos orgánicos, de manera económica y sencilla; además de proponer un sistema de utilización de los mismos.
- **Reducción de desperdicio:** como parte de la optimización de recursos, la reducción de desperdicios, es parte fundamental de la implementación de esta propuesta.

4.1.1.1.1. Materias orgánicas

Es todo aquel material de origen vegetal en proceso de descomposición, para estos casos se establece que la materia orgánica es todo desecho de materia prima encontrado, es en estos en donde se encuentran los nutrientes retenidos, los elementos orgánicos representados a través de 3 grupos de nutrientes clasificados que son:

- Cadenas nutrimentales en combinación con ácidos húmicos.
- Compuestos orgánico-minerales que representan las sales por descomposición.
- Compuestos orgánicos, que son retenidos en las superficies de los suelos.

Como materia orgánica Legumex, S. A., cuenta con un aproximado mensual de unas 495 000 libras, únicamente de los productos que representan la máxima productividad de la empresa, además de productos adicionales, un cuadro de resumen representa las cantidades aproximadas de material orgánico que produce mensualmente Legumex, S. A.

Tabla XIX. **Productos comunes y productos por etapas**

Producto	Cantidad Desecho (lb)/mes	Producto Etapas	Cantidad Desecho (lb)/mes
Brócoli	180 000	Coliflor	120 000
Piña	65 000	Mango	65 000
Melón	100 000	Okra	20 000
Ejote	75 000	Pimientos	50 000
Arveja	75 000	Papaya	65 000
Total	495 000	Total	320 000

Fuete: elaboración propia.

Logrando un total de unas 815 000 libras de desecho en épocas de máxima producción, esto representa una cantidad considerablemente alta de materia orgánica para la elaboración de abono orgánico. La cantidad de humedad en dichas materias orgánicas, es bastante alta, por lo que se recomienda que se tenga una buena aireación, pues las emisiones de dióxido de carbono también son altas, lo más recomendable, es la construcción de

invernaderos, con una ventilación diaria adecuada, y para mantener controlada la temperatura y el ambiente atmosférico que requieren dichas materias para su descomposición.

El proceso de transformación de materia orgánica en compostaje, se clasifica en descomposición, humificación y mineralización. La etapa en que la biomasa cae al suelo es sometida a un proceso de mineralización, hasta el dióxido de carbono, la humificación es el proceso contrario en el que se descomponen los productos orgánicos que constituyen la reserva orgánica del suelo que al ser combinado con los desechos que son restos vegetales los cuales agregan los nutrientes realizan una mineralización completa y pasa a ser llamado humus.

El humus es un compuesto orgánico de alto peso molecular, de color oscuro que tiene núcleos con características aromáticas, su olor es como el de tierra mojada, y no es desagradable, estos núcleos están compuestos de alta cantidad de nutrientes, que ha sido balanceada mediante el proceso de compostaje, y a este se le puede llamar compostaje completo, o bien abono orgánico, y está listo para aplicarse al suelo.

- Importancia de materiales orgánicos en los suelos

La aplicación de materia orgánica o abono orgánico al suelo, es una manera de devolver a los suelos los nutrientes que han sido transferidos a cultivos previos, y mejora considerablemente la consistencia de los suelos y la facilidad de transferir dichos nutrientes a otras plantas, mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Los abonos orgánicos, que son las sustancias de productos naturales, por la descomposición de materiales orgánicos, ayudan al aumento y mejoramiento de la productividad de suelos

agrícolas, y puede sustituir a los fertilizantes químicos, pues estos no contaminan, son menos costosos y aportan una cantidad balanceada de nutrientes a los suelos y a los cultivos sin que el fruto final se vea afectado.

Al trabajar con materiales orgánicos, al suelo se está beneficiando la utilización de los recursos a favor al medio ambiente, pues no solo se toma del suelo material, si no se logra una compensación de nutrientes a través de la utilización de abonos orgánicos, por tal razón estos suelen agradecerlo a través de la productividad.

4.1.1.1.2. Procedimientos de aplicación

Cuando se mencionan los procedimientos de aplicación, se refiere a los procedimientos mediante los cuales se aplica el proceso de selección, transformación y utilización de los abonos orgánicos. Existe una gran variedad de metodologías mediante las cuales se puede elaborar un compostaje o abono orgánico, es importante tomar en cuenta, que siempre deben ser tomados en cuenta los indicadores mencionados anteriormente, pues estos siempre reflejan el transcurso en procesos de descomposición de abonos químicos.

El proceso de elaboración de abono orgánico, puede realizarse fácilmente por el método tradicional de elaboración de compost, pues este es un método sencillo y que no requiere de la utilización de maquinaria y/o energía en gran escala. Existen varios sistemas de compostaje, sin embargo lo que se busca en todos, además de producir el compostaje, conseguir las condiciones más adecuadas para eliminar cualquier tipo de patógenos, parásitos y/o elementos germinativos, como semillas, esporas y entre otros.

Existen 2 principales sistemas de elaboración de compost, ambos son sistemas efectivos, la adaptación de los sistemas depende de las condiciones a realizarse el abono.

- Sistema de camellones o parvas

Se consideran las más utilizadas, pues es un sistema en el que se realiza una mezcla de residuos, y se deja al aire libre mientras se produce la descomposición de los mismos, es difícil de controlar, pues el tiempo de proceso depende de las condiciones climatológicas.

- Sistemas de reactores

El sistema más recomendable, es el sistema de reactores, que son una especie de estructura metálica, en donde los residuos son procesados en instalaciones estáticas o dinámicas.

Este sistema permite controlar algunos factores como la aireación y la humedad en la mezcla de compostaje, con la ventaja de poder mantener este más o menos la utilización de reactores móviles posibilitan la mezcla de compostaje, pues este puede garantizar que la temperatura en toda la mezcla sea la misma, homogenizando toda la masa del compostaje.

Este sistema de compostaje permite acelerar el tiempo de proceso de las primeras etapas de compostaje, o bien llamada fermentación, pudiendo así retirar el compostaje del reactor para su maduración en secciones adecuadas en invernaderos para no detener el proceso del mismo, hasta que el compostaje esté listo.

- Procedimiento de la elaboración de compost

Teniendo ya destinado el lugar para la elaboración de la composta, bajo las condiciones adecuadas, y los reactores listos para la colocación del producto, se procede a realizar una serie de pasos sencillos, detallados a continuación.

- Creación de la mezcla: colocar una capa de tierra seca, humedeciéndola lentamente para formar una altura aproximada de 20 milímetros, posteriormente agregar una capa de desechos, agregando agua lentamente para humedecer el material, se debe realizar este procedimiento hasta alcanzar el volumen deseado de compostaje.

Debe revolverse la mezcla, tratando de homogenizar toda la composta y así poder agregarlo al reactor.

- Utilización de reactores: debe sellarse el reactor, y dejar la composta en sus fases iniciales de proceso, es importante que se mueva el reactor para que se mantenga la mezcla uniforme y el proceso sea el mismo en toda la masa.
- Control: diariamente se debe llevar un control, a manera que la humedad se mantenga en su nivel óptimo, de la misma manera que la aireación sea la adecuada, cuidando que la temperatura del reactor no sobrepase los 70 grados Celsius, pues arriba de esta temperatura, la composta comienza a quemarse y deja de ser utilizable.

- Finalización: al terminar el proceso anterior y que la composta haya alcanzado los 70 grados Celsius, debe retirarse la composta del reactor y ser colocada en invernaderos para su maduración y estabilización, bajo condiciones controladas, y se dice que el abono está listo cuando la temperatura de la mezcla alcanza una temperatura ambiente, y tiene una coloración casi negra.
- Empaque: es necesario empacar el producto que no es utilizado inmediatamente, pues debe mantenerse almacenado en una bodega con temperatura fresca para que no vuelva a descomponerse.

4.1.1.1.3. Reducción de desperdicio

A través de la elaboración de abono orgánico, a partir de los desechos de materia prima, y los desechos obtenidos en los procesos de producción que involucren a la materia prima, se logra la optimización de esta, pues los desechos no representan otro costo, si no representan un nuevo recurso para la elaboración de abono orgánico.

El enfoque primordial de la creación de compost, es el reciclaje, pues además de beneficiar a la empresa, tiene grandes beneficios en la reducción de sólidos a manejar y desechar, sin mencionar que estos también deben ser tratados para no atentar contra el medio ambiente, ni contra la vida de las personas que pueden ser afectadas por los desechos.

El desperdicio no es algo que pueda ser eliminado en su totalidad, pues aunque se eliminó el desecho de materia prima, pueden existir desperdicios en la elaboración del compost, aunque estos pueden ser controlados con facilidad, algunos casos podría ser la quema de compost por temperaturas muy elevadas,

debido a las condiciones del clima, o desechos que ya no pueden ser utilizados por sobreproducción.

Se logra la reducción de desperdicio en un 85 por ciento a través de la reutilización de los desechos en elaboración de abono, que puede ser utilizado como fertilizante para los mismos cultivos que proporcionarían en un futuro insumos para la productividad de la empresa.

4.1.2. Entidades responsables

Ante la necesidad de generar nuevas ideas para aumentar el nivel de productividad, rentabilidad y nuevos productos para la atracción de nuevos clientes y nuevas oportunidades, es importante tomar en cuenta que dentro de una empresa son responsables todas las personas involucradas en la misma, pues como parte de un todo, todas deben ser responsables de lo que sucede en la empresa y de cómo esta funciona.

4.1.2.1. Gerencia

Es el conjunto de personas que se encargan de tomar decisiones, de aprobar en conjunto o desaprobando una idea nueva, y son las personas responsables de que los cambios o decisiones que tomen, funcionen para la empresa de manera positiva.

La toma de decisiones, se realiza a través de los círculos de calidad, a través de los cuales se lleva a cabo un análisis de cada departamento, de su funcionamiento y de las necesidades que surgen del mismo, es importante la realización de estos círculos de calidad, pues cada cambio que pueda beneficiar a un departamento, debe también ser parte de la mejora continua de

un todo, y no debe afectar los intereses y las finalidades de otros departamentos de la empresa.

4.1.2.2. Producción

El Departamento de Producción, tiene personal encargado de la clasificación de materia prima que ingresa a la planta, para ser procesado posteriormente. La calidad de la materia prima que ingresa, debe estar aprobada por el Departamento de Calidad, lo que involucra personal del Departamento de Producción, pues de ellos dependerá que la calidad del producto final este bajo los estándares establecidos por la empresa, y con la mínima cantidad de riesgos.

Dentro de la línea de producción, en las diferentes estaciones también puede seguirse realizando una inspección secundaria de materia prima que no clasifica para el producto, por el tamaño o alguna otra razón, y esta debe ser colocada dentro de recipientes adecuados para los desechos, al realizar estos procedimientos, se garantiza la mejor calidad en los productos finales, y la clasificación adecuada de los desechos.

4.1.2.3. Mantenimiento

Este departamento conformado por un número determinado de personas, se encargan de velar por la inocuidad y limpieza de cada una de las áreas de la empresa, garantizando así que las instalaciones son las más adecuadas para la elaboración de procesos para la exportación de alimentos.

Los desechos por representar un riesgo de contaminación a los productos alimenticios para exportación, deben ser manejados y transportados

adecuadamente, por lo que el personal de mantenimiento debe encargarse de velar por que estas actividades sean realizadas cuidadosamente para evitar la contaminación, y estar capacitados con un plan de contingencia en cualquier caso que sea imposible llevar a cabo los procesos de la mejor manera.

4.2. Manejo de desechos

Con la implementación del nuevo proyecto de elaboración de abono orgánico, es importante tomar en cuenta que el manejo que se le da a los desechos, involucra tanto a la empresa productora de estos, como al medio ambiente, por lo que es importante realizar un manejo de desechos de la forma más ecológica posible, tratando de disminuir el deterioro al medio ambiente, si no la contaminación de las personas que puedan verse afectadas por el tratamiento que se les dé a los desechos.

4.2.1. Clasificación

Los desechos que Legumex, S. A. produce, pueden ser clasificados en varios tipos, dependiendo del punto en el que son calificados como desecho, o de la evaluación necesaria, son los siguientes:

- Desechos sólidos

Estos son desechos generados por los procesos realizados, en los que se incluyen empaques de maquinaria utilizada, cajas dañadas en el transporte de productos, desechos de personal que labora en la empresa, comedores, mantenimiento de jardines, y materiales no utilizables en el área de empaque, entre otros.

- Desechos químicos

Estos desechos son provocados por desechos de materiales utilizados en la fertilización de los suelos, para la realización de pruebas de cultivo en los terrenos aledaños a la planta de proceso, además de eso, pueden clasificarse como desechos químicos aquellos desechos en estado de descomposición que puedan producir gases dañinos a las poblaciones aledañas.

- Desechos orgánicos

Estos son los desechos de sumo interés en esta investigación, pues se clasifican como desechos orgánicos toda parte de la materia prima que no es utilizada, ya sea por sobreproducción, por mal estado de la materia, o porque es clasificada como desecho secundario y que fue clasificado como tal en alguna parte de la línea de producción, o bien fue sacado como desperdicio de un proceso.

Estos desechos son los únicos que pueden ser reciclados y funcionales en un 100 por ciento a través de un tratamiento adecuado, lo que representa utilidades a la empresa y reducción de daño al medio ambiente.

4.2.2. Deposición

La deposición final de los desechos, dependerá del tipo de desecho que sea, pues luego de una clasificación detallada de los mismos, puede destinarse un lugar adecuado, como parte de la concientización hacia el personal de manejar los desechos que produce adecuadamente, se pretende que las personas depositen cada desecho en el lugar correspondiente a su clasificación.

La deposición de desechos biodegradables, es realizada en fosas destinadas para los mismos, que se encuentran ubicadas en lugares lejanos a poblaciones y en donde no pueden ser un peligro de contaminación a la población.

Los desechos plásticos son entregados a personas que se dedican al reciclaje de materiales de cualquier tipo de plásticos, pues se sabe que estos no son biodegradables y si representan un gran riesgo de contaminación para la población, el medio ambiente y la fauna perteneciente a lugares aledaños.

Los desechos orgánicos, son colocados en tolvas de recolección destinadas para el mantenimiento de los desechos orgánicos, que serán reutilizados en la elaboración de abono orgánico.

4.2.3. Tratamiento

El tratamiento destinado para la reutilización de los desechos de materia prima, es sencillo, pues consta de pocos pasos, en los que no se requiere de recursos de alto valor como maquinaria y energía eléctrica. Los recursos que se utilizan en esta etapa, son solo recurso humano y natural, los pasos del tratamiento de los desechos son los siguientes:

- Clasificación adecuada de los desechos

Es importante que los desechos sean clasificados adecuadamente, cuidado que no se incluyan desechos plásticos, vidrio o cualquier otro desecho de tipo no orgánico, pues si esto ocurre, el material para elaboración de abono se pierde en su totalidad.

- Deposición y transporte de desechos

El transporte adecuado y la deposición final de cada clase de desechos, son fundamentales para el tratamiento que se le da a los mismos, pues de esto dependen las condiciones finales en que se encuentren los mismos.

- Utilización de desechos para uso de abono

Los desechos ya clasificados y ubicados adecuadamente, son tratados a través de la utilización de los mismos para la elaboración de un compostaje, en el cual son aprovechados todos los nutrientes de los desechos, para ser aportados de nuevo al suelo, realizando un reciclaje de productos no utilizados anteriormente en la empresa.

4.3. Análisis de mercado

Como todo producto nuevo, este para ser estabilizado dentro del mercado lleva un proceso, mediante el cual surgen nuevas ideas, mejoras, ideas alternativas y se establece un nivel de demanda adecuado y estimado para el abono orgánico como parte de un producto agroindustrial, consumible y utilizable para el mejoramiento de los cultivos y el aprovechamiento de la tierra fértil de Guatemala.

4.3.1. Descripción del producto

El abono orgánico como un subproducto de los vegetales y frutas de mejor calidad, representa un producto garantizado para su utilización y que ofrece una variedad de ventajas sobre los fertilizantes químicos que son utilizados actualmente.

El abono orgánico creado por Legumex, S. A., consta de una serie de beneficios para próximos cultivos, pues es amigable con el medio ambiente y además cuenta con beneficios a largo plazo, y su utilización es menos elevada que la utilización de productos químicos y que representan un riesgo en la contaminación de los productos por hacer mal uso de ellos.

Es un producto elaborado bajo estrictos estándares de calidad, bajo procesos controlados y que garantizan que la utilización del abono, proporcionará los nutrientes necesarios para el beneficio de la productividad de los suelos. Algunas características comparativas que pueden existir entre los productos químicos y el abono orgánico son las siguientes.

Tabla XX. Fertilizantes químicos comparados con abono orgánico

Productos químicos	Abono orgánico (compost)
Añaden nutrientes a los suelos, en cantidades moderadas, dependiendo del tipo de producto.	Estabilizan los suelos, a manera de agregar los nutrientes necesarios para mantener el suelo en un nivel optimo
Alteran el potencial de Hidrógeno de la planta	Mantienen el potencial de Hidrógeno del suelo y de las plantas intactos
Contaminan el medio ambiente	Contribuyen al cuidado del medio ambiente
Costos elevados	Bajo costo

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior, se pueden evaluar algunas características de los abonos orgánicos comparadas con los fertilizantes químicos, y porque su utilización, comercialización es la mejor alternativa para el cuidado de los cultivos.

4.3.2. Descripción de insumos

La creación de abono orgánico en Legumex, S. A., esta basada en el reciclaje, utilización, y optimización de recursos con que la misma empresa cuenta, con la finalidad de contribuir a la utilización de tecnologías verdes, reducir la utilización de los recursos y cuidado al medio ambiente.

Los insumos utilizados en la elaboración de abono orgánico, son desechos de materia prima, que han sido clasificados como tales por no cumplir con las especificaciones mínimas de un estándar físico para la exportación de productos, y productos que no son utilizables dentro de los procesos como son las cortezas de las frutas y la fibra de algunos vegetales.

Los desechos son clasificados previos a la utilización que les atribuye dentro de los procesos, pues se tiene un control detallado para garantizar que el producto final obtenido cumpla con las especificaciones y los más altos estándares de calidad exigidos.

4.3.3. Análisis de demanda

La realización de un estudio de mercado, basado en la investigación sobre la utilización de fertilizantes químicos y pesticidas, arroja resultados de varios años atrás, con algunos problemas sobre el costo de los mismos.

Legumex, S. A., a través del análisis de la demanda de productos derivados de la materia prima no utilizada, encontró algunas oportunidades como:

- Alimento para animales
- Abono orgánico
- Creación de energía

La elaboración de abono orgánico por ser un proceso simple y de bajo costo, es la más rentable, pues en esta se puede aprovechar el mayor porcentaje de desecho, sin necesidad de llevar una clasificación de elementos como es en el caso del alimento para ganado.

Los resultados obtenidos según la empresa, apuntan hacia la demanda latente de productos alternativos a los fertilizantes químicos, pues actualmente estos representan un costo elevado, y que se ha ido incrementando con el tiempo; y otro factor que influye, es la concientización actual por el cuidado al medio ambiente, en el que muchas empresas se han visto interesadas, y con la finalidad de mantener un medio ambiente libre de productos que lo dañen, han buscado la manera de utilizar productos con pocos contaminantes, lo que significa un mercado latente para la venta de abono orgánico.

4.3.4. Comercialización

Ante la alta demanda por la compra de fertilizantes orgánicos, con la finalidad de reducir el daño al medio ambiente, y como alternativa más económica de una fuente que aporta nutrientes a los suelos para mejorar la productividad de estos. Se obtienen resultados positivos para poner en marcha el proyecto de elaboración de abono orgánico.

El producto está enfocado a agroindustrias, y productores mayores de vegetales y frutas que venden productos a empresas bajo estándares estrictos de calidad, con limitaciones de utilización de fertilizantes químicos de cualquier tipo, que al evaluar la utilización de varios para estabilizar las características del

suelo, representan costos elevados, y altos controles muy altos en el progreso de los cultivos, para que estos no se oxiden o se quemen por una reacción química con los productos.

El fertilizante orgánico producido por Legumex, S. A., es empacado en sacos de 50 libras, que puede ser utilizado en un área aproximada de 20 metros cuadrados, para productos comunes como piñas y melones, y este rendimiento puede variar de las necesidades de los suelos, de las plantas y del tipo de cultivo. El precio del producto representa un ahorro de un 50 por ciento del precio de los productos químicos de venta en el mercado, y garantizan resultados mejorados, apoyando el medio ambiente e incentivando a la población a utilizar los recursos al máximo.

Legumex, S. A., por ser una empresa privada, y contar con certificaciones internacionales, se reserva el derecho de admisión a personas ajenas a la empresa, por lo que es de suma importancia establecer puntos de venta del abono orgánico, siendo factible la apertura de puntos estratégicos de venta o de entrega para que las empresas y los productores agrícolas puedan tener acceso al producto. (Ver figura 17).

Figura 17. **Saco de Compost**



Fuente: Gerardo Domínguez, fotógrafo de INIFAP.

5. IMPACTO AMBIENTAL

Ante la situación actual que se vive en el planta por la falta de cuidado que se ha tenido con el medio ambiente, y los daños que se han provocado por todo tipo de industrias, una de las más fuertes es la contaminación y el daño al medio ambiente por la utilización de productos químicos que degeneran el material biológico de los suelos, y contaminan el oxígeno, a través de la producción de otros gases por las plantas y por las reacciones químicas que existen entre los productos y el suelo.

Los principales impactos provocados al medio ambiente por las agroindustrias, son relacionadas con la contaminación del manto acuático y la atmósfera, el cambio en el uso de la tierra, entre otros, sin embargo uno de los principales factores de contaminación, es el manejo de los desechos, pues las agroindustrias producen cantidades altas de desecho, que muchas veces es un manejo inadecuado que se le da, también pueden encontrarse desechos sólidos en áreas de población materno infantil, áreas cercanas a ríos y lagos, también se han encontrado restos de pesticidas, o aceites que son utilizados para aumentar la productividad de los suelos, que a largo plazo pueden afectar incluso al consumidor final, pues muchas de estas sustancias son absorbidas por las plantas como parte de los nutrientes.

5.1. Reducción de impacto ambiental

La concientización que se ha hecho a lo largo de los últimos 10 años, ha ayudado a la disminución de actividades que provocan un daño al medio ambiente, sin embargo el manejo de los desechos que se producen en la tierra,

produce un pequeño daño al medio ambiente, lo que provoca que muchos pequeños daños provoquen un daño mayor, con el objetivo de reducir estos daños, se crea la idea de elaborar abono orgánico, para detener el daño al medio ambiente y reducir los costos de cuidado en los cultivos y producción de materia prima de la empresa.

5.1.1. Plan de acción

El plan de acción para la reducción del impacto al medio ambiente, es a través del manejo adecuado de los desechos, la optimización de los recursos de la empresa, y el tratamiento adecuado a los desechos, para que no representen un riesgo al medio ambiente, y crear una mejora en la empresa, en el ambiente y en la planta.

5.1.1.1. Mejoramiento del manejo de desechos

Anteriormente el manejo de desechos de Legumex, S. A., constaba de donar una parte de los desechos a Pasajinak, S. A., una empresa dedicada a la mantención de ganado y producción de productos lácteos, quienes utilizaban estos desechos para la alimentación de los vacunos. La otra parte de los desechos que no eran consumidos por animales, representaban un costo para el manejo de los mismos dentro de la empresa, pues debían ser recolectados y enviados a fosas destinadas para deposición de desechos, y allí ser tratados, aunque representaban un riesgo de contaminación a poblaciones aledañas, y contaminación al ambiente por la emisión de gases al fermentarse estos sin control alguno.

Con el plan de acción para la reducción de impacto al medio ambiente, se crea el plan de tratamiento de desechos por medio del reciclaje y la reutilización

de materia prima inservible, convirtiendo estos en abono orgánico por medio de procesos que no involucran elementos que contaminen el medio ambiente, pues la elaboración del abono orgánico, se realiza de forma natural, únicamente bajo controles sin utilización de maquinaria, combustibles y productos químicos que afecten este proceso.

El mejoramiento del manejo de desechos, fue realizado mediante la creación de abono orgánico, pues ahora no es necesario transportar, clasificar, distribuir y tratar los desechos de manera compleja, pues las operaciones logísticas se eliminan, y se crea un nuevo proceso de transformación de materias primas a través del reciclaje de desechos.

5.1.1.2. Disminución de uso de abonos químicos

Los abonos químicos o también llamados fertilizantes químicos, son responsables en gran parte de la contaminación al medio ambiente producida por agroindustrias, pues son más dañinos los cambios químicos bruscos que se producen en la estructura del ambiente de la atmósfera, la alteración del aire que tiene el planta, y contaminación a los suelos, pues los empaques de los productos químicos no son biodegradables.

La contaminación más grande por abonos químicos, se da cuando estos llegan finalmente a lugares en donde existen fuentes de agua, como ríos, lagos, nacimientos y lagunas, pues estos al hacer contacto con el agua, forman capas de productos químicos, que incluso pueden cambiar la estructura física del agua, y eso es un grave daño a la población aledaña, pues por el consumo de aguas contaminadas, puede llegarse incluso hasta la muerte.

La reducción del consumo de fertilizantes químicos, es una alternativa verde para cualquier agroindustria, pues disminuye la contaminación que esta puede generar al medio ambiente, y colabora con el cuidado del mismo, pues tiene como alternativa prometedora, el acceso a la utilización de fertilizantes orgánicos como sustituto de los anteriores.

5.1.2. Entidades relacionadas

Cuando se evalúan los aspectos ambientales de un proyecto, es importante hacer de conocimiento de las autoridades correspondientes la realización del mismo, pues debe seguirse un procedimiento previo de papeleo para adquirir los permisos para la realización de un proyecto en donde se involucra el manejo de desechos. Es importante conocer los reglamentos y normas que establece el gobierno de Guatemala para la implementación de proyectos para tratamiento de desechos sólidos, con el objetivo de garantizar ante el gobierno, el mantenimiento y cuidado del medio ambiente.

5.1.2.1. MARN

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), es la entidad responsable de velar por el mantenimiento del medio ambiente, bienes y servicios naturales del sector público, garantizando la vida en todas sus formas, fomentando el respeto y cuidado de los recursos naturales, protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los mismos.

Según el Acuerdo gubernativo No. 111-2005, aprobó la política nacional para el manejo de residuos y desechos sólidos, creada con la visión Guatemala, un país limpio y ordenado, con un ambiente saludable y una población educada creada por Comisión Nacional para el manejo de desechos sólidos (CONADES)

y el MARN, en los cuales se establecen los lineamientos para el manejo de desechos sólidos, en el mismo se prohíbe la creación de fertilizantes orgánicos como parte de los tratamientos a desechos sólidos

La política está bajo el régimen del desarrollo sostenible, buscando la mejora en la calidad de vida sin rebasar la capacidad de los ecosistemas, y creando una conciencia de responsabilidad con el medio ambiente y el manejo integral del mismo.

5.1.2.2. Municipalidad de El Tejar

Como parte de las actividades de la Municipalidad de El Tejar, están controladas las actividades realizadas en zonas industriales del municipio, pues está dentro de una zona franca del territorio guatemalteco, las actividades que puedan beneficiar o perjudicar a la población y los recursos del municipio, deben ser reguladas para mantener un municipio limpio y ordenado.

En cuestiones ambientales, la municipalidad cuenta con el apoyo de oficinas y personal de MARN que se encargan de reglamentar el manejo de los recursos naturales dentro del municipio, además de eso, la municipalidad tiene como destino para el manejo de desechos orgánicos, fosas ubicadas en áreas alejadas de territorio poblado, con la finalidad de que el manejo de desechos que realizan las industrias de cualquier tipo, sea de la forma correcta.

Esta municipalidad se encarga de velar por el cumplimiento del respeto que se debe tener entre el medio ambiente, y los desechos que son producidos por la población, bajo el principio El que contamina, paga refiriéndose a que quien genere residuos sólidos, le corresponde asumir los costos derivados del manejo integral de los mismos, y si fuera el caso, los costos por reparación de

daños y perjuicios causados adicionales a una multa por el manejo inadecuado o deposición incorrecta de los mismos.

5.1.3. Resultados esperados

A raíz de la implementación de abono orgánico, se esperan resultados positivos hacia la empresa, medio ambiente y la población en el ámbito económico, pues en base a los resultados se puede establecer un criterio de funcionalidad del proyecto, el medio ambiente debe ser el más beneficiado, pues de la naturaleza y productividad de la misma, depende la empresa, por lo que los resultados obtenidos, serán el motor que ponga a funcionar el proyecto a largo plazo.

5.1.3.1. Disminución de desechos sólidos

Los desechos sólidos orgánicos, son el mayor problema para Legumex, S. A., pues no solo consta de una cantidad elevada de materia orgánica que no es utilizada, sino que representa un costo de compra de desperdicio, tratamiento y mantenimiento adecuado del mismo, para evitar contaminación alguna con los productos manipulados en la planta de proceso.

Por medio de la transformación de desecho, en materia utilizable para la elaboración de abono orgánico, se puede establecer que se utiliza un 95 por ciento de la misma, en las épocas de producción estándares, aunque en épocas de sobreproducción, esta utilización puede variar entre un 87 y 95 por ciento.

La disminución de desechos sólidos representa para la empresa, la oportunidad de apoyar el cuidado del medio ambiente y a este representa que lo que se ha quitado, le es devuelto; de manera que este mismo lo agradece.

5.1.3.2. Mejoras a través del uso de abono orgánico

El abono orgánico no solo trae mejoras en el cuidado del medio ambiente, si no que a consecuencia de este, la naturaleza se muestra agradecida devolviendo a quien ha hecho un bien a ella.

A través de la utilización de abono orgánico en los suelos de los cultivos, y la disminución de fertilizantes y productos orgánicos, se ven beneficios a grandes escalas, y grandes cambios que representan mejoras, disminución de costos y una oportunidad latente para la maximización de utilidades. Las mejoras son incalculables, pues cada una de ellas trae consigo más beneficios para el suelo y las plantas, dentro de los que cabe mencionar, se tienen los siguientes:

- Reducción en el consumo de productos químicos en las plantas
- Mejora en el intercambio de nutrientes entre el suelo y la planta
- Disminución en contaminación física y visual para el medio ambiente
- Disminución de contaminación de agua por productos químicos y aceites utilizados para la agroindustria
- Productividad mejor de la tierra
- Disminución de los desechos sólidos

La mejora más alcanzable a la vista, se ve a través de la armonía que el personal y el medio ambiente ha creado, pues con la utilización de menos recursos, el reciclaje y el cuidado al medio ambiente, le empresa se ve beneficiada a través de este proyecto.

CONCLUSIONES

1. Los suelos dañados por la diversidad de cultivos, y que no han descansado por la necesidad de estar en constante producción, se pueden recuperar en un 95 por ciento, a través de la utilización de fertilizantes orgánicos, pues ellos facilitan la capacidad del suelo de intercambiar nutrientes con las plantas, con la finalidad de obtener un producto de la mejor calidad, y mantener la salud del suelo.
2. La venta de abono orgánico, representa una nueva puerta en el mercado nacional para Legumex, S. A., basándose en la ventaja que tiene Guatemala como país productor de vegetales y frutas para la exportación, pues este tipo de abono no interfiere con las necesidades y exigencias que los países extranjeros interesados en la compra de alimentos de alta calidad, ya que no contiene componentes químicos que alteren la consistencia y la naturaleza de los productos.
3. El aprovechamiento de desecho como una herramienta para la optimización de recursos, funciona adecuadamente ante la necesidad de utilización de fertilizantes para los cultivos, principalmente del área del altiplano del país, mejorando la productividad de los suelos a través de la aplicación de abono orgánico.
4. La elaboración de abono orgánico controlada, es la opción más viable de manipular los tiempos de producción, elaborando productos de buena calidad, sin necesidad de depender de las condiciones climatológicas de la época, pues se establece un método de producción natural controlada.

5. La optimización de recursos humanos puede realizarse mediante una reacomodación de personal, incluyendo en esta un proceso de selección y sustitución de cargos para las personas dentro de un nuevo proyecto, creando una nueva distribución de tareas, y así mismo elaborando perfiles de puesto, acordes a las necesidades del puesto y capacidades del trabajador.

6. Ante la necesidad del cuidado del medio ambiente en la actualidad, la decisión de detener el manejo de desechos anterior a la elaboración de abono orgánico, fue una alternativa ecológicamente buena, pues se reducen considerablemente los daños por emisión de gases por descomposición de desechos en las fosas destinadas para la deposición final, destinadas por la Municipalidad de El Tejar; además de ser una ayuda en la reducción del uso de fertilizantes químicos que representan una fuente de contaminación a los recursos naturales.

RECOMENDACIONES

1. El aprovechamiento de desecho, debe realizarse mediante procesos controlados en los cuales, es clasificada adecuadamente la materia prima a utilizar, y los desechos ser clasificados como materia orgánica disponible y dispuesta para la elaboración de abono orgánico, garantizando que esta no esté manipulada químicamente, o no contenga elementos dañinos que puedan perjudicar la estabilidad del compostaje.
2. Para implementar la propuesta para la de elaboración de abono orgánico, se recomienda evaluar los recursos con que cuenta le empresa, condiciones climatológicas y establecer un área destinada para la elaboración del mismo, y en base a ello, establecer el sistema que se maneja y la cantidad de personas en base a la cantidad pronosticada para producir el abono.
3. El sistema para elaboración de compostaje más recomendable, es el sistema de reactores, pues por ser una industria de manipulación de alimentos, la elaboración de abono por medio de sistemas de aireación al aire libre, representa un riesgo, el sistema de reactores es el más utilizado en este caso, pues es un poco más fácil de controlar y se mantiene una mezcla más estable de compostaje.

4. Realizar una campaña interna de capacitación y concientización al personal de la empresa en general, para que los procesos que se van a implementar, tengan un sentido y que todas las personas sean parte de la colaboración con el cuidado de los recursos para lograr una optimización de los mismos, y que estos sean utilizados adecuadamente.

5. Se deben establecer procedimientos estándares y crear una política de responsabilidad ambiental, para que el personal de la empresa participe y se comprometa al cuidado del medio ambiente como parte de su vida, participando conjuntamente con la Municipalidad de El Tejar, elaboración de una propuesta orientada a la educación ambiental necesaria en el municipio.

BIBLIOGRAFÍA

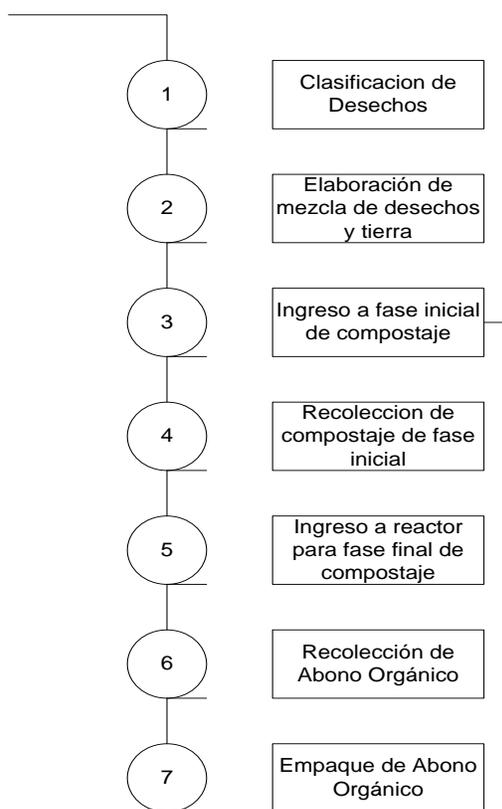
1. ALTAMIRANO YAROS, Salomé; HUACACHI, Manuela; MARTÍNEZ, Armando; RUIZ, Enrique. *El Proyecto In Situ*, Lima, Perú: Deposito legal de la Biblioteca de Perú No. 2008-04285, 2008. 26 p. Serie 2, ISBN 978-9972-44-019-9.
2. Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. *Casos de aplicación de producción más limpia en Colombia*. Medellín: Clave. 2002. 31 p.
3. GALLEGO RESTREPO, Mauricio. *Producción más limpia en la industria alimentaria*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2006. 15 p.
4. Guatemala. *Política Nacional para el manejo de los Residuos y Desechos sólidos*. Acuerdo Gubernativo 111-2005, 4 de abril de 2005. 28 p.
5. H., Dalzel. *Introducción al manejo del suelo, producción y uso de compost en ambientes tropicales y subtropicales*. Roma: FAO, 1991. 177 p.
6. HERNANDEZ, Claudia. GONZÁLEZ, Simón. *Reducción de residuos municipales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1997. 137 p.
7. M., Kreuter. *Jardín y huerto biológicos: Manual práctico para el cultivo de hortalizas, frutas y flores*. Madrid, España: Mundi-Prensa. 1994. 47 p.

8. MADEJON, Tomati U.; CEGARRA, Gall E. *Los abonos preparados a partir de subproductos de olivo en la agricultura biológica*. Ecoliva 98, II Jornada. Jaén, España. 1998. 32 p.
9. RODRÍGUEZ SALINAS, Marcos; CORDOVA, Ana. *Manual de compostaje municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Cayacan, México: S&G Editores. 2006. ISBN 970-9983-05-09.
10. SZTERN, Daniel. *Manual para la elaboración de compost bases conceptuales Y procedimientos*. Pravia, España. Organización Panamericana de la Salud, OPS/HEP/HES/URU/02.99. 112 p.
11. TIRO P., Fredy. *Impacto de los residuales del beneficio industrial del café: perspectivas como abonos orgánicos*. La Habana, Cuba: Trópico 99. 1999. 231 p.
12. XELHUANTZL CARMONA, Jacqueline, SALAZAR GUTIERREZ, Gerardo; CHAVEZ DURAN, Álvaro. *Manual para la elaboración de abonos orgánicos a partir de técnicas como la composta y lombricomposta*. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias CINAP. Tepatitlan, Jalisco, México: Talleres Grafica Lara. 2012. 56 p. ISBN: 978-607-425-809-7.

APÉNDICES

Figura 18. **Diagrama de proceso de elaboración de abono orgánico**

Fecha: agosto 2013	Hoja: 1/1
Empresa: Legumex, S. A.	Elaborado por: Claudia Sucelly Vela
Diagrama: proceso de elaboración	Operación: elaboración de abono orgánico
Área: manejo de desechos	Método: <u>propuesto</u>



RESUMEN	
EVENTO	CANTIDAD
Operación	7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Comparación entre compostaje aerobio y anaerobio**

Características	Procesos aerobios	Procesos anaerobios
Uso energético	Consumidor neto	Productor neto
Productos finales	Humus CO ₂ , H ₂ O	Lodos CO ₂ , CH ₄
Reducción de volumen	0% a 50%	50%
Tiempo de proceso	20-30 días	20-40 días
Objetivo primario	Reducción de volumen	Producción de energía
Objetivo secundario	Producción compost	Estabilización residuos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Biología del compostaje aerobio en reactores**

Fase	Tiempo	Temperatura	Evolución
Residuos Frescos	> 1 día	Ambiente	Insectos, gusanos, huevos, patógenos, semillas
Fase mesófila	15 horas	25 a 50 ° C	Huida de insectos, eliminación de larvas y huevos
Primera fase termófila	56 horas	50 a 65 ° C	Destrucción de larvas, y patógenos
Segunda fase termófila	12 días	65 a 75°C	Destrucción de salmonella y desaparición de hongos
Fase termófila final	15 días	75 a 45°C	Destrucción total de patógenos, hongos, microorganismos
Maduración	20 días	45 a 25°C	Desaparición de bacterias y estabilidad de compost

Fuente: elaboración propia.