UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA PROCEDIMIENTOS EN INDUSTRIA DE TIERRAS ORGÁNICAS Y SUSTRATOS

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniero de Ejecución en Gestión de
la Calidad

Alumno:
Francisco Javier Cisterna Godoy

Profesor Guía:
Ing. Andrés Navarro Carreño

2022

RESUMEN

Agrotierras, es una empresa dedicada a la fabricación de compost y sustratos ubicada en la comuna de Hijuelas, que presenta un proceso productivo muy simple a primera vista. Sin embargo, no existe un procedimiento documentado de estos procesos que indiquen como deben realizarse de manera correcta.

Además no existe en la empresa un determinado organigrama y funciones de cargo que representen las tareas que deben realizar a diario cada trabajador. Tampoco existe una referencia actual del marco legal en relación a la producción del compost y los sustratos.

En el presente trabajo de título se busca sugerir soluciones eficientes, enfocadas en mejorar los actuales procesos y compras de materias primas con la finalidad de aumentar las utilidades de Agrotierras.

Todas estas mejoras forman parte de una propuesta formal escrita con la gerencia de Agrotierras, que tienen como intención, la aplicación dentro de la misma empresa en un futuro cercano.

Respecto a los resultados en el presente trabajo de título, es posible mencionar que, se buscó encontrar las causas que provocan las pérdidas dentro de la empresa, las cuales, representan un valor superior al 20% de las utilidades anuales de Agrotierras.

Además, se representa de manera gráfica el organigrama de la empresa, su layout actual y la propuesta de mejora para que Agrotierras forme una estructura sólida y productiva con la finalidad de entregar tierras de calidad a sus clientes, generando de esta manera, una empresa competitiva en el mercado actual de compost y sustratos.

Finalmente, el flujo del proceso para llevar a cabo la generación de sustratos, se ve afectado por la compra de corteza gruesa, que es una materia prima que se encuentra detenida en un espacio físico que podría almacenar la corteza fina que se encuentra lista para ser utilizada en la generación de sustrato universal y sustrato árbol.

Índice

INTRODUCCIÓN *1*

OBJETIVO GENERAL *3*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS *3*

ALCANCE *3*

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA *4*

1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA **5**

1.2 UBICACIÓN **6**

1.3 MISIÓN **7**

1.4 VISIÓN **7**

1.5 POLÍTICAS **7**

1.6 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA (ORGANIGRAMA) **8**

1.7 CONCEPTOS BÁSICOS **10**

1.7.1 Sustratos 10

1.7.2 El Compostaje 11

1.8 MATERIAS PRIMAS **12**

1.8.1 Corteza de pino compostada 12

1.8.2 La cascarilla de arroz 13

1.8.3 Compost de champiñón 14

1.8.4 Compost de champiñón para la jardinería 14

1.8.5 Arena 15

1.8.6 Tierra vegetal 15

1.9 MAQUINARIA DE LA EMPRESA **16**

1.9.1 Mini cargador Cat 242D 16

1.9.2 Cargadora compacta Bobcat S530 17

1.9.3 Maquina cosedora de sacos profesional GK26 r178 17

1.10 Descripción del proceso productivo de Agrotierras 18

1.11 PROCESO DE FABRICACIÓN DE MEZCLAS DE SUSTRATOS **20**

CAPITULO 2: MARCO LEGAL *22*

2.1 MARCO LEGAL **23**

2.2 CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO **24**

2.2.1. Materias primas para la elaboración de Compost 24

2.2.2 Criterios de Manejo del Compost 24

2.2.3 Almacenamiento 24

2.2.4 Transporte 24

2.2.5 Compost a aplicar 25

2.2.6 Acreditación de la calidad del Compost 25

2.3 COMPOST CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS POR NORMA NCh2880.c2003 ..... **26**

2.3.1 Requisitos de la materia prima 26

CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS .. *31*

3.1 PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS: **32**

- 3.1.1 Tierra vegetal 32
- 3.1.2 Cascarilla de arroz 33
- 3.1.3 Compost de Champiñón 33
- 3.1.4 Compost de Corteza de pino gruesa 34
- 3.1.5 Compost de corteza de pino fina 34

3.2 PROCESO DE MEZCLAS: 35

3.2.1 Proceso de fabricación mezcla Sustrato Universal 15 $m3$ 36

3.2.2 Proceso de fabricación mezcla Sustrato Arboles 15$m3$ 38

3.2.3 Proceso de fabricación mezcla Sustrato Arboles Plus 15$m3$ 40

3.3 TIPOS DE HARNEROS UTILIZADOS EN AGROTIERRAS 42

3.3.1 Harnero Fino 42

3.3.2 Harnero Grueso 43

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA EMPRESA AGROTIERRAS 45

4.1 Distribución de los espacios 46

4.1.1 Layout actual de la empresa 46

4.1.2 Propuesta del nuevo Layout 48

4.1.3 Análisis de compra de corteza gruesa 51

4.2 Análisis control de entradas materias primas y salida de productos 57

4.2.1 Análisis control de entrada de materias primas 57

4.2.2 Análisis control de salida de productos 59

RESULTADOS 62

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN 65

ANEXOS 66

Anexo 1: Harneado de corteza gruesa para obtener corteza fina 66

Anexo 2 Harneado de residuos de Corteza gruesa con residuos finales 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Mapa ubicación Agrotierras……..……6

Figura 1-2 Organigrama empresa……...8

Figura 1-3 Minicargador Cat 242D……..16

Figura 1-4 Minicargador Bobcat S 530…….……...17

Figura 1-5 Máquina cosedora de sacos……18

Figura 1-6 Proceso productivo Agrotierras……..19

Figura 3-1 Proceso de tierra vegetal vaporizada……33

Figura 3-2 Proceso de vaporización cascara de arroz……..34

Figura 3-3 Elaboración compost de champiñón……...35

Figura 3-4 Mezcla sustrato universal……....38

Figura 3-5 Mezcla de sustrato árboles……..40

Figura 3-6 Mezcla de sustrato árboles Plus……..42

Figura 3-7 Harnero fino……43

Figura 3-8 Harnero grueso……44

Figura 4-1 Layout actual……...…47

Figura 4-2 Propuesta Layout nuevo…….…49

Figura 4-3 Muestra harneado corteza gruesa……52

Figura 4-4 Muestra residuos de corteza gruesa……53

Figura 4-5 Carga de camión estándar……...60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Valores retención humedad……..14

Tabla 2-1 Elementos traza……27

Tabla 2-2 Nivel de compuestos……27

Tabla 2-3 Contenido de nutrientes en el compost……28

Tabla 2-4 Concentración máxima de metales pesados en compost……..29

Tabla 2-5 Nivel de impureza para compost orgánico……...30

Tabla 3-1 Mezcla de sustrato……36

Tabla 3-2 Medida harnero fino……44

Tabla 3-3 Medida harnero grueso……45

Tabla 4-1 Valores compras corteza de pino……53

Tabla 4-2 Costo de procesar corteza……54

Tabla 4-3 Ventas 2021……..55

Tabla 4-4 Composición sustrato……...56

Tabla 4-5 Costo anual extra corteza gruesa……..57

Tabla 4-6 Transporte corteza gruesa……58

Tabla 4-7 Camión despacho……60

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

AFP: ahorro de fondo de pensiones

App: aproximadamente

cm: centímetros

h: hora

Ha: hectárea

kg: kilogramo

lt: litro

mg: miligramo

mm: milímetros

m^2 Metro cuadrado

m^3: Metro cúbico

Mmho/cm: milimhos/cm

npk: nitrato, fosforo, potasio

NCh: norma chilena

RAS: relación absorción sodio

SII: servicio de impuestos internos

Sirsd: sistema de incentivo para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios

Ton: tonelada

% v/v: porcentaje volumen a volumen

INTRODUCCIÓN

La fabricación de compost y sustratos ha presentado un auge importante en último tiempo porque es una alternativa para encontrar tierras de alta calidad para diferentes propósitos como huertos familiares, jardines de plantas ornamentales y pequeños comerciantes que ven una oportunidad de negocio para revender tierras sustratos. Actualmente el mercado de compost y sustratos en la comuna de Hijuelas presenta 2 grandes empresas por una parte se presenta Viveros Hijuelas y por otra parte con un gran crecimiento en estos últimos años se encuentra la empresa Agrotierras ubicada en el sector de Rabuco, Camino Parque Nacional la Campana.

La empresa Agrotierras fue fundada en 1999 por Luis Olguín comenzado con la fabricación de compost con sus desechos agrícolas que resultaban de las diferentes siembras efectuadas en la parcela donde está ubicada la empresa. De esta necesidad de reciclar los desechos orgánicos y cuidar el medio ambiente surge una oportunidad de negocio y comienza el funcionamiento de la empresa Agrotierras.

El desarrollo de la empresa se ha potenciado con la búsqueda de nuevos clientes y siempre ir innovando en la creación de sustratos de acuerdo a los requerimientos de diferentes clientes cumpliendo con las especificaciones requeridas para los distintos usos de los sustratos.

La empresa actualmente tiene una gran cartera de clientes que constantemente compran los sustratos de excelente calidad y dado a los buenos resultados obtenidos en sus plantas vuelven y recomiendan Agrotierras a sus conocidos. Los productos con mayor venta son la mezclas sustrato universal y sustrato árbol que otorgan excelentes condiciones de retención de humedad y entrega de nutrientes.

En la actualidad la empresa Agrotierras tiene todos sus procesos muy bien definidos pero no existe un registro de los procedimientos que se deben realizar para completar las diferentes líneas de fabricación de los diferentes procesos y ocurre lo mismo con la preparación de materias primas.

El presente trabajo de título realiza un registro de los procedimientos y descripción de los procesos productivos de la empresa. Otro aspecto fundamental de la empresa es la distribución de los espacios (layout) planteando mejoras para optimizar los tiempos de

desplazamiento y tener una mejor recepción de los clientes internos de la empresa. Por último se plantea un estudio de la compra principal de la materia prima que es la corteza de pino gruesa y fina, se enfoca en la conveniencia de comprar corteza fina procesada o para procesar.

OBJETIVO GENERAL

Identificar y mejorar los procesos de la elaboración de compost y sustratos en la empresa Agrotierras.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.- Identificar los puntos críticos del proceso productivo para plantear mejoras en el mismo.

2.-Proponer estándares y parámetros de control para el proceso de elaboración de compost y sustratos.

3.- Plantear mecanismos de evaluación de pérdidas en el proceso productivo.

ALCANCE

Propuesta para formalizar los procesos dentro de la empresa Agrotierras, generando la documentación que necesita la empresa y realizando un diagnóstico de mejoras en sus actuales procesos para evaluar la forma de optimizar sus utilidades.

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

Agrotierras, se inicia en el año 1999 ganando un concurso en SAVIA NUEVA organizado por Shell Chile y ADEC (Asociación de Empresarios Cristianos), haciendo las primeras pilas de compost. Luego en el año 2001 se inicia legalmente ante SII captando como clientes los viveros y jardines pequeños de la zona. Fueron largos años de altos y bajos, hasta que en el año 2007 se postuló al Capital Semilla de Sercotec, el cual, ganó con el propósito de ampliar la producción y aumentar la cartera de clientes dentro de la provincia de Quillota.

En el año 2013 nuevamente se postula al Capital Semilla de Sercotec, pero esta vez, por un capital mayor. En dicha oportunidad la empresa obtuvo los fondos para la compra de un mini cargador (Gato), mejorando así, la calidad y la disponibilidad hacia los clientes lo que permitió llegar a otros mercados, como paisajistas de la V Región, Santiago y otras regiones del país.

Hoy en la actualidad, Agrotierras, ha ganado por tercera vez un proyecto de Sercotec en el programa CRECE para el desarrollo del mercado, teniendo la intención de realizar ventas de su producto en Homecenter.

Antes de que iniciara la Empresa, el gerente de la empresa, ya sentía la necesidad de reciclar la basura orgánica y al mismo tiempo sentía un interés por los negocios, ya que su Padre que es agricultor, desde niño lo incentivó a cultivar y ejecutar sus propias cosechas. A partir de lo anterior se inicia Agrotierras, empresa dedicada al reciclaje de los desechos agrícolas de la zona del Valle de Ocoa.

La misión de Agrotierras ha sido fidelizar una cartera importante de viveros, paisajista y jardines, además de optar al mercado de las grandes tiendas (Homecenter).

En el año 1999 la empresa comienza sin patrimonio alguno, solo con las ganas y sueños por delante que cumplir, sueños que más tarde casi fueron derribados por una crisis económica quedando endeudada con Bancos en ese momento. Después de unos meses la empresa comienza nuevamente a retomar clientes y aparecen otros nuevos e importantes clientes como Núcleo Paisajismo y Siglo Verde, los cuales, además de comprar grandes cantidades se les generaba un producto especializado según sus necesidades.

La empresa ha tenido importantes cambios en su infraestructura, como arreglos del ingreso al recinto, cargadero, galpón, quemador para esterilizar la tierra y en sus máquinas y vehículos de trabajo.

1.2 UBICACIÓN

Hijuelas es una comuna de la Provincia de Quillota, en la Región de Valparaíso, en la zona central de Chile. Es conocida como La Capital de las Flores, por ser la comuna con mayor porcentaje de producción de flores en el país, de hecho, prácticamente la mitad son producidas en Chile tienen origen en Hijuelas. Desde el 25 de mayo de 2009 todo su territorio es proclamado por la Unesco como Reserva Mundial de la Biósfera.

Agrotierras, es una empresa que se dedica desde el año 1999 a la elaboración de compost y mezclas de sustratos para los viveros, jardines, paisajista y agricultores en general, ubicada en Parcela 21, Alameda de Rabuco, Hijuelas, Chile como se observa en la figura 1-1.

Figura 1-1 Mapa de ubicación Agrotierras

Fuente: (Google Earth, 2022)

1.3 MISIÓN

Más que un producto, Agrotierras entrega una solución, una sensación a nuestros clientes, para que tengan sus mejores plantas en el mercado.

1.4 VISIÓN

Mejorar la calidad de vida de las personas implementando sistemas amigables con el medio ambiente.

1.5 POLÍTICAS

Agrotierras es una empresa que inicio sus actividades en 1999 elaborando y comercializando Enmiendas Orgánicas comprometiéndose en el cuidado del medio ambiente, fijando como principal objetivo: Integrar la productividad y la calidad con la preservación ambiental.

Para ello, se establece la presente Política apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de nuestras actividades y de nuestros productos, asumiendo el compromiso de:

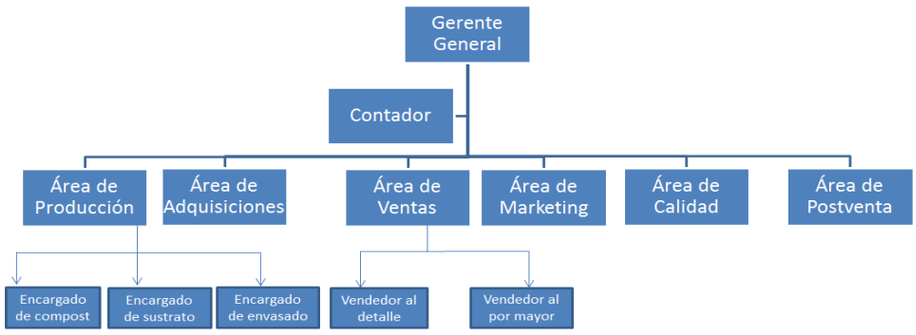
- Priorizar como objetivo la satisfacción de nuestros clientes proporcionando productos y servicios de calidad que respondan a las expectativas y a las necesidades, ejecutando actividades de una manera responsable con el ambiente, incluyendo la prevención de la contaminación.
- Capacitar al personal, para que ejecute sus actividades de una manera responsable con el ambiente, haciendo también hincapié en el control de los procesos para mejorar la calidad.
- Cumplir con los requisitos legales aplicables y otros que la organización suscriba.
- Desarrollar e implementar métodos y programas de mejora continua, para permitir el cumplimiento de los objetivos, estableciendo indicadores de desempeño para su seguimiento.
- Mejorar continuamente el Sistema de Gestión Integrado con el objeto de mejorar desempeño ambiental, aumentar nuestra competitividad en el mercado de sustratos, compost y acondicionadores del suelo. Detectando las necesidades que

nos lleven a desarrollar productos amigables con el medio ambiente, siendo referentes en el sector por la calidad de nuestros productos.

1.6 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA (ORGANIGRAMA)

Las áreas que conforman el organigrama de la empresa se observa en la figura 1-2.

Figura 1-2 Organigrama de la empresa



Fuente: (Agrotierras, 2022)

Área Gerencia General: Conformada por el Gerente General que tiene las siguientes funciones:

Gerente General: está encargado de revisar de manera global cómo se comporta su empresa. Es por ello que tiene directa relación con el contador, el cual, lo apoya en llevar los ingresos y egresos de la compañía (todas las áreas) en orden, con la intención de poder analizar los estados de resultado mensuales y generar la planificación estratégica que colabore con el constante crecimiento de la empresa. Además el Gerente General se encuentra encargado de liderar las áreas de producción y ventas. Sin embargo, las áreas de adquisiciones, ventas al por mayor, marketing, calidad y postventa las está gestionando actualmente él, dado que, la empresa aún se encuentra en expansión.

Área de Contabilidad: El área de contabilidad está conformada por el contador que tiene las siguientes funciones dentro de la empresa:

Contador: es el encargado de gestionar todo lo relacionado al área de recursos humanos que incluye las liquidaciones de sueldo de los trabajadores (cotizaciones de AFP, salud, seguro de cesantía, entre otros). Además, realiza la facturación mensual de la empresa, pago de impuestos y balances de la empresa en cada una de sus áreas.

Área de Producción: es la encargada de generar el producto final mediante los procesos de producción de compost, producción de sustrato y proceso de envasado. Finalmente el sustrato envasado será parte del inventario de Agrotierras que garantiza un stock disponible constante para los clientes. El área de producción está conformada por:

Encargado de compost: trabaja en la preparación de una de las bases fundamentales en la fabricación de sustratos, realizando las mezclas de las materias primas para obtener el compost.

Encargado de sustrato: realiza mezclas de las materias primas y el compost para obtener el sustrato con diferentes características según los requerimientos de cada cliente.

Encargado de envasado: trabaja en la dosificación de los sustratos, envasándolos en sacos con formatos predeterminados, ya sea, para su venta al por menor o al por mayor.

Área de Adquisiciones: es la encargada de buscar las materias primas que serán utilizadas para la elaboración de compost, fertilizantes y sustratos.

Área de Ventas: es la encargada de gestionar sus productos finales, los cuales, son requeridos por sus actuales clientes según los requerimientos y necesidades de los mismos de manera personalizada. El área de ventas se constituye por:

Vendedor al detalle: es el encargado de realizar todas las ventas en sacos y cargarlos en los respectivos vehículos de cada cliente.

Vendedor al por mayor: es el encargado de vender el sustrato a granel m^3, gestionando la carga del producto y el despacho.

Área de Marketing: se encuentra encargada de gestionar la publicidad relacionada a Agrotierras. Actualmente la empresa tiene una página web y anuncios radiales.

Área de Calidad: es la encargada de supervisar cada proceso que ocurre dentro de la empresa, entregando la información para que se puedan tomar decisiones correctivas y generar un plan preventivo con casuísticas similares.

Área de Postventa: se encarga de visitar a los clientes y consultar si el producto que esperaba cumplió con sus expectativas, con la intención de poder conocer la percepción del producto mediante la crítica constructiva de cada cliente con el fin de realizar una mejora continua del sustrato.

1.7 CONCEPTOS BÁSICOS

1.7.1 Sustratos

Se entiende como sustrato el medio sobre el cual crece y se desarrolla una planta y que en función de sus características físico/químicas y biológicas, soporta y estimula el desarrollo y crecimiento del sistema radicular de la planta.

Algunas características deseables que debería presentar un sustrato ideal, son:

1) Debe encontrarse homogéneamente mezclado, sin porciones apelmazadas ni grumos destacables.
2) Debe drenar bien y mantener lo mejor posible su consistencia a lo largo del tiempo para así permitir una buena aireación de las raíces.
3) Debe tener una buena capacidad de retención de humedad y nutrientes.
4) Debe presentar mínimas variaciones de volumen entre su estado seco y humedecido.
5) No debe contener semillas entremezcladas ni microorganismos patógenos.
6) Debe ser adecuado a la planta que se vaya a cultivar y sobre todo a su estado de desarrollo.
7) Debe ajustarse a las condiciones climáticas de la zona y a las posibilidades de cultivo del cliente.

Queda en evidencia entonces, que el uso de un sustrato adecuado y nutritivo, es fundamental para el óptimo desarrollo de la vida vegetal, por lo cual, es muy importante aprender a diferenciar entre un buen sustrato y uno que no cumple con los requisitos de calidad necesarios, lo que a la larga terminaría por dañar a la planta.

1.7.2 El Compostaje

"Simula el proceso de descomposición de la materia orgánica en la naturaleza pero realizado de forma controlada y optimizada. Es una biotecnología de bajo coste que permite transformar residuos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como enmendantes y/o abonos del suelo y como sustratos para cultivo sin suelo, disminuyendo el impacto ambiental de los mismos y posibilitando el aprovechamiento de los recursos que contienen. Se define como un proceso bioxidativo controlado, que se desarrolla sobre sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, donde se produce una transformación de la materia orgánica debido a la actividad secuencial de una gran diversidad de organismos (principalmente microorganismos) presentes inicialmente en los propios sustratos. Implica el desarrollo de una fase termófila y generación de dióxido de carbono, vapor de agua, minerales y una materia orgánica estabilizada denominada COMPOST, con ciertas características húmicas y libre de compuestos fitotóxicos, microorganismos patógenos y malas hierbas." (Germán Tortosa, 2021, p. 1)

Lo anteriormente definido significa que el proceso:

Es biológico, donde los microorganismos presentes en los propios residuos son los principales descomponedores de la materia orgánica. No son los únicos actores biológicos, ya que asociados a estos también se pueden desarrollar otros organismos creando una red trófica similar a la del suelo.

Es bioxidativo, por tanto biológico, lo que diferencia al compostaje de otros tratamientos de tipo físico o químico, desarrollándose una actividad eminentemente aeróbica.

Es controlado, lo que indica la necesidad de una monitorización y control de parámetros durante el desarrollo del mismo, diferenciándolo de los procesos naturales no controlados. Parámetros tales como la temperatura, humedad y oxigenación, junto a la definición previa de la composición del sustrato, inciden enormemente en el desarrollo del proceso.

Tiene lugar sobre sustratos orgánicos en fase sólida, generalmente heterogéneos, que actúan como soporte físico y matriz de intercambio, fuente de nutrientes y agua necesarios para el metabolismo microbiano, aporta microorganismos endógenos, retiene

los residuos metabólicos generados durante su desarrollo y actúa como aislante térmico del sistema.

Se desarrolla a través de una fase termofílica, en la que se registra una fuerte liberación de energía calorífica que eleva la temperatura, principal indicador de la dinámica del proceso, de forma que una lenta o escasa elevación de la misma debe interpretarse como un desarrollo no favorable de éste y/o un deficiente control de los factores que lo rigen. Estas temperaturas termofílicas, superiores a 40ºC, que se producen en las primeras etapas del compostaje, disminuyen posteriormente durante la llamada fase de estabilización.

Genera temporalmente sustancias fitotóxicas, siendo la producción generalmente menor y menos duradera con sustratos heterogéneos y bajo condiciones claramente aeróbicas. Una fitotoxicidad persistente durante el compostaje, indica un deficiente desarrollo del proceso, generalmente atribuible a insuficiente oxigenación.

Libera dióxido de carbono y agua a la vez que se generan sustancias minerales, como principales productos de la biodegradación. Idealmente, los productos finales de un sistema de compostaje bien manejado son dióxido de carbono, vapor de agua, calor, materia orgánica estabilizada y amoníaco, aunque la proporción de éstos varía con la disponibilidad de carbono y nitrógeno en el residuo y con las condiciones en que se desarrolla el proceso en cada etapa del mismo.

1.8 MATERIAS PRIMAS

1.8.1 Corteza de pino compostada

El compost de corteza de pino, al igual que todos nuestros productos, es un sustrato totalmente natural, libre de cualquier resto vegetal, como semillas o hierbas no deseadas, y por supuesto, carente de agentes patógenos. Es un producto genial para la jardinería, su homogeneidad, textura y buena filtración, hacen de este sustrato el elemento ideal para toda clase de enmacetado y semilleros.

Por sus características, permite la formación de cepellones consistentes, evita el apelmazamiento de la tierra y logra un drenaje ideal, permitiendo que no haya excesiva retención de agua en la maceta ni que tampoco exista una filtración exagerada. Posee una alta porosidad, aportando la cantidad de oxígeno necesaria a las raíces, con lo que se

evita la necesidad de un riego frecuente. Todos estos factores son esenciales para un perfecto enraizamiento.

Su gran contenido en materia orgánica, así como de oligoelementos y nutrientes que la componen, garantizan el crecimiento óptimo de las plantas, recibiendo estás todos los nutrientes necesarios para tener una gran "belleza y salud".

El pH de la corteza de pino compostada es ligeramente ácido, lo que la convierte en un potente funguicida, por tanto, evita la aparición y el ataque de hongos.

1.8.2 La cascarilla de arroz

Es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. La cascarilla de arroz es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos en Colombia bien sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas.

Valores típicos de retención de Humedad de algunos materiales utilizados como sustratos para cultivos Hidropónicos para mejorar la retención de Humedad de la cascarilla, se ha recurrido a la quema parcial de la misma. Esta práctica aunque mejora notablemente la humectabilidad, es en realidad muy poco lo que aumenta la capilaridad y la retención de humedad.

En el presente reporte se describe un procedimiento que sirve para mejorar la capacidad de Retención de humedad de la Cascarilla de arroz, a la vez que mejora sensiblemente otras propiedades de la misma como son su Capacidad de Intercambio Catiónico (mejora la capacidad de retención de nutrientes), su Humectabilidad y su Capilaridad.

Los valores de retención de humedad según los sustratos se reflejan en la Tabla 1-1 que se presenta a continuación:

Tabla 1-1: Valores de retención de humedad

Material	Retención % v/v
Cascarilla de arroz Cruda	9.0
Cascarilla de arroz Quemada	10-13
Cáscara de Coco	35-50
Cascarilla de Arroz Caolinizada	25-35

Fuente: (NCh2880, 2003)

1.8.3 Compost de champiñón

El compost de champiñón es de tipo de liberación lenta, así que es un abono perfecto para las plantas. Esté compost esta hecho por los productores de hongos utilizando materiales orgánicos como el heno, paja, mazorcas de maíz y cascaras e incluso el estiércol de aves de corral o de caballos. Dado que el proceso de crecimiento del hongo varía ligeramente en función de muchos factores, las recetas del compost de champiñón pueden ser también diferentes de un lugar a otro. Por ejemplo, los materiales adicionales, como musgo de turba, cal, y otros se pueden añadir a este compost. Una vez que se mezclan las setas con el compost, el vapor pasteurizado mata las semillas de las malezas y otros agentes nocivos. Una capa de mezcla de musgo e incluso la cal de la parte superior de la pila puede ayudar al crecimiento de los hongos. El compost de champiñón dura alrededor de tres a cuatro semanas para procesarse, durante los cuales se vigila muy de cerca para mantener las temperaturas adecuadas. Después de que el proceso se ha completado, el abono sobrante se elimina o incluso se puede vender como fertilizante.

1.8.4 Compost de champiñón para la jardinería

El compost de champiñón se suele vender generalmente en bolsas etiquetadas que están disponibles en muchos centros de jardinería o por medio de empresas suministradoras de abonos y fertilizantes para la jardinería. Incluso lo puedes comprar a granel, en según qué establecimientos. En cuanto a sus usos, el compost de champiñón puede ser utilizado como enmienda del suelo para el césped, jardineras y plantas en macetas. Sin embargo, este tipo de compost se debe utilizar con precaución debido a sus altos niveles de sales solubles que pueden matar las semillas en el proceso de germinación, dañar las plantas jóvenes y causar daños a las plantas sensibles a la sal, como las azaleas.

Los usos beneficiosos del compost de champiñón son muy superiores al alto grado de nivel de salinidad que tiene. Este tipo de abono es razonablemente barato y enriquece los nutrientes del suelo y materiales de construcción para el crecimiento saludable de las plantas. El compost de champiñón también aumenta la capacidad de retención del agua del suelo, lo que disminuye sus necesidades de riego. En definitiva, el compost de champiñón es adecuado para la mayoría de las plantas de tu jardín. Es compatible con varios tipos de crecimiento de las plantas, frutas, verduras y las hierbas y flores del jardín. Para sacarle el mayor rendimiento al compost de champiñón, tienes que mezclar muy bien la tierra de tu jardín antes de la siembra o permite que asiente durante el invierno o aplicándolo en la primavera de forma regular y con eficacia.

1.8.5 Arena

"Se entiende por arena, a los restos de rocas que están fraccionados y que se encuentran en ciertas zonas. Éstas, a su vez, podrían unirse y formar nuevos minerales, que se consolidan con el pasar del tiempo, formando aquellas creaciones llamadas areniscas. El tamaño de cada grano de arena oscila entre los 0,063 y los 2 mm."(Concepto Definición, 2022, p.1).

La arena en la jardinería no trabaja sola, es decir, esta debe ser acompañada de químicos y diferentes nutrientes para que el lugar que estemos arreglando resulte favorable para las plantas, ya que al tener la arena preparada se puede mejorar el, drenaje, la oxigenación, la aireación, el saneamiento, el enraizamiento y la estabilidad de arena.

1.8.6 Tierra vegetal

Se llama tierra vegetal a la tierra que formada de arcillas, arenas, y en general del detritus de varias rocas, contiene materias orgánicas en diversos grados de descomposición. Alteradas esas materias se forma la sustancia llamada humus, que es la parte esencial de toda tierra vegetal, y la que sirve de principal alimento a las plantas. La tierra vegetal se encuentra en la superficie del terreno teniendo espesores variables, y la riqueza del terreno será tanto mayor cuanto más profundo sea el espesor de la tierra fértil. A veces las capas de tierra vegetal aparecen recubiertas por otras tierras acarreadas por las aguas e incluso, pueden formar bancos alternativos.

1.9 MAQUINARIA DE LA EMPRESA

La maquinaria que es utilizada en Agrotierras, tiene relación con la fabricación del compost, preparación de las materias primas, carga de camiones y tierras por metro cúbico en vehículos livianos y de carga, y la formación del sustrato. Es por ello que las maquinas que son utilizadas en la empresa son las siguientes:

1.9.1 Mini cargador Cat 242D

AGROTIERRAS cuenta con un Mini cargador Cat 242D, con su diseño de levantamiento vertical, proporciona mayor alcance y altura de levantamiento para facilitar y agilizar la carga en camión. Su estabilidad y rendimiento de levantamiento proporciona una excelente manipulación de materiales. A continuación en la Figura 1-3 se refleja el trabajo que realiza el minicargador 242D en la mezcla de sustratos:

Figura 1-3 Minicargador Cat 242D

Fuente: (Agrotierras, 2022)

1.9.2 Cargadora compacta Bobcat S530

En Agrotierras tienen el minicargador Bobcat S530 es la cargadora de trayectoria vertical de elevación más pequeña. Se utiliza para cargar camiones o mezcladoras cuando se necesita más alcance y altura de elevación en la parte superior del ciclo de elevación y se refleja a continuación en la Figura 1-4 la carga del camión:

Figura 1-4 Minicargador Bobcat S530

Fuente: (Agrotierras, 2022)

1.9.3 Maquina cosedora de sacos profesional GK26 r178

Esta máquina es utilizada para coser sacos de diferentes mezclas de sustratos en sus diferentes formatos disponibles para la venta.

Estos equipos son extremadamente fáciles de utilizar, incluso para personas inexpertas, cosen todo tipo de papel, textiles y Bolsas Plásticas: algodón, PVC, telas y otros materiales.

La máquina de coser industrial portátil brinda la calidad, la durabilidad y la productividad que espera de Este sistema de costura portátil y liviano, que pesa solo 11 libras (5 kg), cierra de manera rápida y segura sacos llenos de papel multicapa, polipropileno tejido y laminado tejido con eficiencia y sin problemas.

EL equipo es durable y desarrollado especialmente para trabajar en forma continua y con bajos requerimientos de mantención. Esto se debe al sistema integral de lubricación incorporado que contiene los equipos. Aduanalmente, cada equipo incluye un kit de

accesorios para una adecuada operación. La máquina cosedora se refleja a continuación en la Figura 1-5:

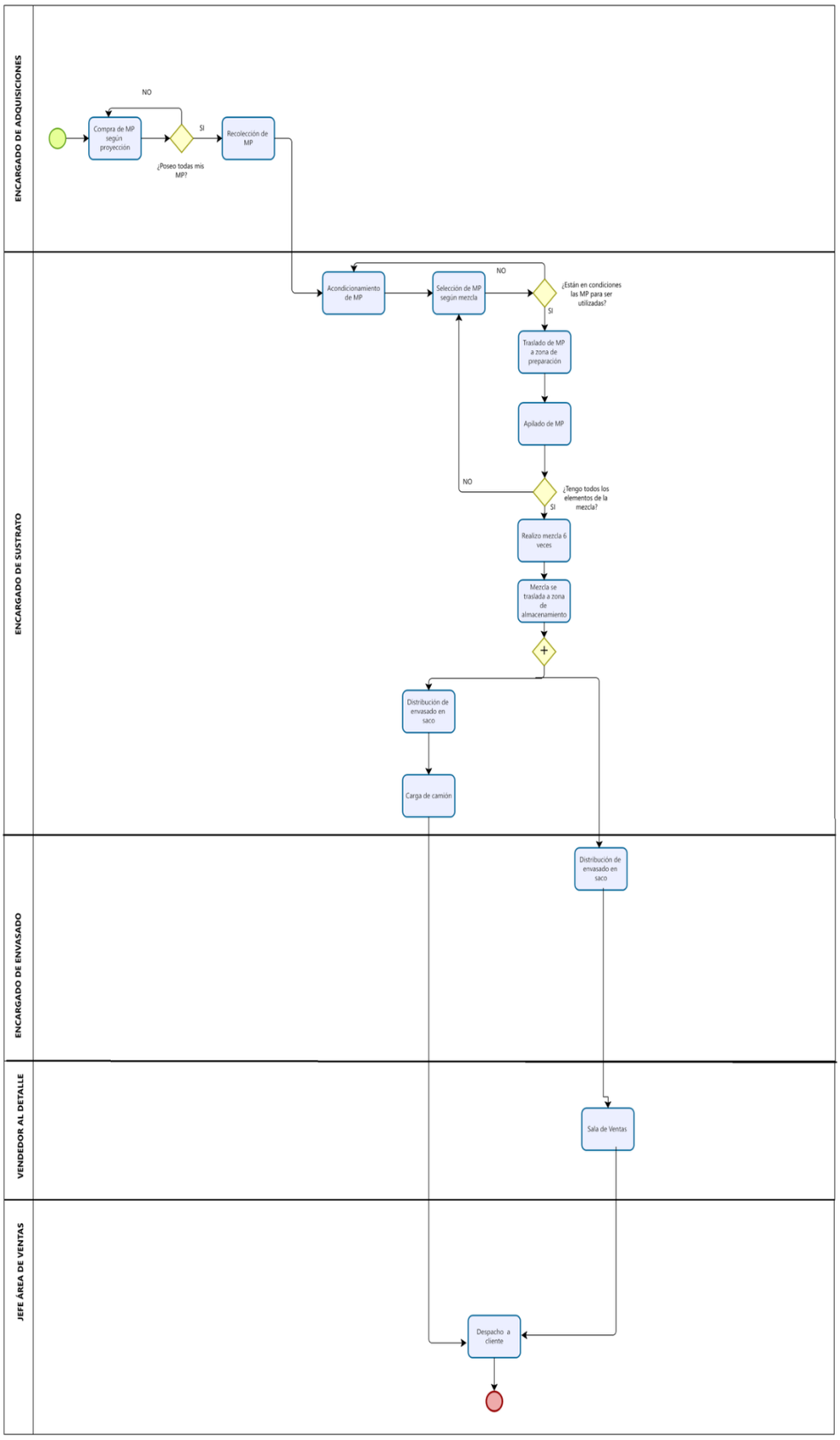
Figura 1-5 Máquina cosedora de sacos

Fuente: (Ferretería el mimbral, 2022)

1.10 Descripción del proceso productivo de Agrotierras

La producción de mezclas con materias primas y compost para formar sustratos se describe en la Figura 1-6 que se muestra a continuación:

Figura 1-6 Proceso productivo Agrotierras



Fuente; (Agrotierras, 2022)

1.11 PROCESO DE FABRICACIÓN DE MEZCLAS DE SUSTRATOS

La fabricación de sustratos es importante porque permite generar características especiales para cada tipo de planta, considerando en cada una de ellas, su conductividad eléctrica, el PH y oxigenación de la tierra. Para realizar la fabricación de mezclas de sustratos, existen dos responsables de esta tarea, los cuales son, el encargado de adquisiciones y el encargado de sustratos que se definen a continuación:

- Encargado de adquisiciones: Es la persona encargada de realizar la compra de materia prima desde que se comunica con el proveedor hasta la recepción en la empresa con la descarga en las zonas de acopio de material. Dentro de estas materias primas se encuentra la turba, el compost corteza de pino fina, compost corteza de pino gruesa, cascarilla de arroz, la arena, tierra vegetal y tierra compost de champiñón.
- Encargado de sustratos: comienza con la recolección de materias primas que va utilizar en la fabricación de la mezcla específica con una cantidad de 3 ciclos de 10 paladas que representan 5 m^3. Primero se juntan 10 paladas, luego se apilan y agrego 10 paladas a la pila inicial y por último junto10 paladas más con la pila inicial de 20 paladas obteniendo una cantidad total de 30 paladas del cargador frontal utilizado en la empresa. Estas 30 paladas equivalen a 15m^3 porque cada palada aporta una cantidad de ½ metro cubico. Una vez junta las 30 paladas se procede aplicar los fertilizantes que son 20kg de mezcla de nitratos y 5kg de urea granulada, por último se aplican 20 kg de cal para regular el pH de la mezcla.

Una vez aplicados todos los fertilizantes y las proporciones de la mezcla a fabricar se procede a realizar la mezcla con el mini cargador frontal un total de 6 veces de movimientos de la pila completa y esta se traslada de un lugar a otro hasta que se cumple la cantidad de veces.

Una vez lista la mezcla se procede a transportar a la zona de almacenamiento de cada mezcla en específico. Ya en la zona de almacenamiento se procede a transportar donde este el requerimiento de ventas.

- Encargado de envasado: es el encargado de envasar las diferentes mezclas en formato de sacos 35 Litros / 20 Kilos App. Saco 8 Litros / 4,5 Kilos App. Una vez envasado se almacenan en la sala de ventas.
- Vendedor al detalle: es la persona encargada de vender los sacos en la sala de ventas generando la boleta o factura solicitada por el cliente y procede a realizar la carga de los sacos solicitados en la orden de compra.
- El jefe de ventas está orientado a la venta de cantidades al por mayor en formatos de m^3 con despacho de camión tolva de $12m^3$ que se encarga de generar la factura con la respectivas guías despacho, además, es el canal de comunicación con el cliente informando la hora del despacho de la empresa y la llegada al lugar destino. El jefe de ventas también está orientado en asesorar a los clientes con mezclas específicas que entreguen las condiciones buscadas en su uso por ejemplo con tierras vaporizadas o simplemente aplicar determinadas cantidades de fertilizantes.

CAPITULO 2: MARCO LEGAL

2.1 MARCO LEGAL

En el presente capítulo se abordará la normativa legal vigente para el compost y sustrato, clasificando los parámetros necesarios que se deben cumplir para el otorgamiento de una certificación para las mezclas de sustrato universal y mezcla sustrato árbol, con la finalidad de poder comercializarlas en el mercado.

El servicio agrícola y ganadero de la región de Atacama emite un informe con indicaciones y procedimientos para incentivar a los agricultores en la producción de compost en sus tierras para mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos.

Agrotierras, realiza producciones de compost y asesoramientos de clientes que se inician en base a las siguientes indicaciones del servicio agrícola y ganadero.

Compost (m^3): implica la aplicación y distribución de un mínimo de 20 m^3/há de compost, entendiendo por tal al producto resultante del proceso de compostaje, constituido principalmente por materia orgánica estabilizada donde no se reconoce su origen, puesto que se encuentra degradado generando partículas más finas y obscuras.

El compost como mejorador de suelos: El compost mejora la fertilidad y estructura del suelo y no daña su equilibrio, aumenta la vida del suelo, ya que estimula la actividad biológica, además de proteger contra la erosión. Su efecto es progresivo y acumulativo, consiguiendo una mayor retención de humedad, obtención de plantas más sanas y de mayor producción. Además su incorporación contribuye a aumentar los niveles de materia orgánica.

Precauciones: La aplicación de compost no maduro, en exceso y en forma inadecuada, esto es, sin ser incorporado al suelo, mal almacenado, aplicado cerca de cursos de agua, mal transportado, pudiese generar problemas de contaminación ambiental.

2.2 CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

Las condiciones involucran aspectos de manejo y cálculo de dosificación, orientados a disminuir los impactos negativos sobre el medio ambiente. Así, los aspectos de manejo del compost y cálculo de la dosis a aplicar, deben considerar las disposiciones que se señalan a continuación.

2.2.1. Materias primas para la elaboración de Compost: Se pueden utilizar rastrojos de cultivos, paja, aserrín, restos de poda en especial el sarmiento, las hojas y materiales de origen animal como guano y orina. Todos estos pueden ser transformados por los microorganismos y aportar con nutrientes y materia orgánica al suelo. No usar zarzamora y malezas como chépica y maicillo, porque se multiplican fácilmente. No se debe usar materiales no degradables ni tóxicos, como tampoco guano de perro, gato o humano.

2.2.2 Criterios de Manejo del Compost: Para esta pauta entenderemos como “manejo del compost” a los pasos que se dan desde la recolección del compost hasta su aplicación en el potrero. Las consideraciones a seguir en relación al almacenamiento, transporte y aplicación del compost se detallan a continuación.

2.2.3 Almacenamiento: El lugar de almacenamiento debe estar protegido de la humedad, para lo cual debe estar aislado del suelo por una cubierta impermeable. Además, se debe proteger de los vientos predominantes y aguas de lluvia con una cubierta que puede ser por ejemplo de plástico. - El lugar de almacenamiento temporal del compost, debe estar ubicado a una distancia igual o superior a 20 metros de cuerpos de aguas superficiales como ríos, lagos, vertientes, canales de riego o drenaje, así como también de infraestructuras tales como pozos y norias. - La topografía del terreno debe presentar una pendiente tal, que no permita el escurrimiento. En su defecto, se deberán tomar todas las medidas pertinentes para evitarlo. - No podrán ser utilizados para almacenamiento los terrenos de inundación frecuente.

2.2.4 Transporte: Los vehículos utilizados para el transporte del compost deberán ser cerrados en el fondo y los costados, para evitar los derrames. Aplicación. - El compost puede ser aplicado al voleo en cultivos extensivos o directamente sobre praderas establecidas o en preparación de suelos para cultivos, su uso en forma localizada, se realiza en chacras y hortalizas, en líneas de plantación, o al preparar camas altas,

camellones y almacigueras. También se puede aplicar colocando una capa alrededor de cada planta o bien sobre el surco de riego antes de aporcar. En árboles frutales se aplica en la fuente y bajo la gota en el riego por goteo- La topografía del terreno debe presentar una pendiente menor a 15%. - Al aplicar el compost se debe dejar una franja de al menos 3 metros de ancho sin aplicar, junto a cursos de agua. - No se debe aplicar en épocas de lluvia. - No aplicar en lugares de inundación recurrente o en riberas u orillas de cuerpos de agua como lagos, lagunas y humedales. - Se debe evitar la sobre fertilización del suelo al aplicar compost, para lo cual es importante equilibrar la demanda del cultivo con los nutrientes presentes en el suelo y los aportados con el compost. - La incorporación del compost debe realizarse en suelos con un contenido de humedad adecuado que permita el paso de vehículos y la incorporación posterior del material. - La incorporación de compost debe realizarse en terrenos sin cultivo o con un intervalo de tiempo suficiente antes de la siembra para que se produzca su descomposición. - La distribución del compost debe ser uniforme para evitar la sobre fertilización. Utilizar compost maduro pues de lo contrario, retarda o incluso inhibe la germinación de ciertas plantas. Las raíces jóvenes y tiernas son sensibles al compost cuando todavía no está bastante maduro porque contiene sustancias de carácter ácido.

2.2.5 Compost a aplicar: Como ha sido señalado anteriormente, el compost, está considerado como mejorador de las propiedades físicas del suelo y por consiguiente su efecto fertilizante es secundario en relación a los objetivos perseguidos por el SIRSD. No obstante, el uso del compost en forma excesiva puede impactar negativamente en el medio ambiente, por lo cual la dosis a aplicar debe considerar los impactos negativos que generen en el medio ambiente la incorporación al suelo de altas cantidades de nutrientes.

Dosis: Se recomienda aplicar entre 1 y 2 kg por metro cuadrado al año. En cultivos de leguminosas se requiere al menos 3 ton/há de compost. En zanahoria, cebolla, ajo, betarraga y en frutales es apropiada una dosis de 6 ton/ há. Para cultivos más exigentes como maíz, trigo y hortalizas como acelga, repollos y zapallos, la dosis debe ser de 10 y 20 ton/há. Para abonar bien los cultivos extensivos se requiere de 6 a 10 ton/há/año y hasta 20 ton/há/año en suelos más pobres. Para suelos erosionados es recomendable concentrar las aplicaciones en áreas específicas como camellones, surcos permanentes, tazas de los árboles, etc.

2.2.6 Acreditación de la calidad del Compost: Acreditación de la calidad del compost, mediante la presentación de los análisis, los cuales deberán estar disponibles, en caso de

su fiscalización, según los términos establecidos en el artículo 46 del Reglamento. Deberá cumplir con los siguientes niveles: Relación Carbono/Nitrógeno: Menor a 30 y pH: entre 5,0 y 8,5

2.3 COMPOST CLASIFICACIÓN Y REQUISITOS POR NORMA NCh2880.c2003

Agrotierras produce Compost Clase B: producto de nivel intermedio de calidad que cumple con las exigencias establecidas en esta norma para compost Clase B. Este producto presenta algunas restricciones de uso. Para ser aplicado a macetas, requiere ser mezclado con otros elementos adecuados.

2.3.1 Requisitos de la materia prima

Las materias primas para el compostaje deben provenir de residuos vegetales y animales que aporten materia orgánica no contaminada para ser procesada. Se consideran fuentes hábiles de materias primas para compostaje, aquellas que producen, *in situ*, los materiales compostables siguientes:

- Residuos orgánicos de la producción agrícola de frutas, hortalizas, legumbres, cereales, fibras, aceites comestibles, tabaco y otros similares.
- Residuos orgánicos de industrias de conservas, deshidratados, congelados, packings, industrias de tabaco e industrias de levaduras
- Residuos orgánicos de producción pecuaria primaria.
- Residuos orgánicos de industrias de preparación y transformación de carnes, pescado y otros de origen animal.
- Residuos orgánicos de la industria azucarera.
- Residuos orgánicos de la industria lechera.
- Residuos orgánicos de la industria panadera, pastelera y confitera.
- Residuos orgánicos de la industria de bebidas alcohólicas y analcohólicas. Se excluye residuos de té, café y cacao.
- Residuos de industria de reciclaje de papel.
- Residuos producto de selección en procesos de la industria de fibras naturales.
- Residuos de la industria del cuero que no contengan cromo.
- Residuos orgánicos domiciliarios.
- Otras que establezca la Autoridad Competente.

No se deben incluir como materia prima para compostaje los productos siguientes:

- Residuos de plantas impregnadoras de maderas.
- Residuos de baños antimanchas.
- Especies utilizadas para la remediación de silos contaminados.
- Otros que establezca la Autoridad Competente.

Las materias primas para compostaje deben presentar un nivel de elementos traza, no mayor a los valores establecidos en la Tabla 2-1 que se explica a continuación:

Tabla 2-1 Elementos traza

Elementos traza	**Contenido máximo (mg/kg) base seca**
Cadmio	10
Cromo	1000
Cobre	1000
Mercurio	10
Níquel	200
Plomo	800
Zinc	3000
Cromo + Cobre + Níquel + Zinc	4000

Fuente: (NCh 2880, 2003)

Las materias primas para compostaje deben presentar un nivel de compuestos traza orgánicos, no mayor a los valores establecidos en la Tabla 2-2 que se detalla a continuación:

Tabla 2-2 Nivel de compuestos

Compuestos traza orgánicos	**Contenido máximo (mg/kg) base seca**
Fluoranteno	5
Benzofluoranteno	2,5
Benzopireno	2

Fuente: (NCh 2880, 2003)

Respecto al contenido de nutrientes, todas las clases de compost deben tener contenidos de nutrientes de acuerdo a la Tabla 2-3 que se refleja a continuación:

Tabla 2-3 Contenidos de nutrientes en el compost

NUTRIENTES	CONTENIDO	OBSERVACIÓN
Fósforo total	Menor o igual a 0,1 % , sobre baseseca	Para plantas sensibles al stress de fósforo
Nitrógeno amoniacal más nitrógenocomo nitrato	Mayor de 100 mg/L en extracto	Si se requiere que el compost contribuya a la nutrición vegetal
Nitrógeno total	Mayor o igual a 0,8 % , expresadoen base seca	Si se requiere que el compost contribuya a la nutrición vegetal
Boro	Menor de 200 mg/kg de masa, en base seca	Productos con un contenido menor de 100 mg/kg de masa, en base seca, tienen uso irrestricto
Sodio	Menor de 1%, sobre base seca	Como alternativa, a lo menos 7,7 moles de calcio más magnesio, por mol de sodio, en base seca
Fósforo soluble	Menor o igual de 5 mg/L	Para plantas sensibles al stress de fósforo

Fuente: (NCh 2880, 2003)

Los requisitos físicos que debe cumplir el compost planteados por la norma Nch2880 para una correcta fabricación son los siguientes:

- Olores: Todas las clases de compost deben presentar olores normales para el producto, debiendo someterse, según la cercanía de las instalaciones de producción a áreas pobladas, a las restricciones que establezca la Autoridad Competente respecto a las emanaciones.
- Humedad: Todas las clases de compost deben presentar un contenido de humedad mayor o igual al 25 % de la masa del producto y menor o igual al contenido de materia orgánica +6, si este contenido es mayor de 40 % de la masa

del producto; o menor o igual al contenido de materia orgánica + 10, si el contenido de materia orgánica es menor de 40 % de la masa del producto.

- Capacidad de rehidratación: Todas las clases de compost deben presentar una adecuada capacidad de absorción de agua.
- Metales pesados: Todas las clases de compost, a excepción de aquellos producidos a partir de lodos, deben cumplir con los requisitos de concentración máxima permitida de metales pesados, indicados en la Tabla 2-4 que se muestra a continuación:

Tabla 2-4 Concentraciones máximas de metales pesados en compost

Metal pesado	**Concentración máxima en mg/kg de compost(base seca)[1)]**
Arsénico	15
Cadmio	2
Cobre	100
Cromo	120
Mercurio	1
Molibdeno	2
Níquel	20
Plomo	100
Selenio	12
Zinc	200
1) Concentraciones expresadas como contenidos totales.	

Fuente: (NCh 2880, 2003)

- Conductividad eléctrica: Para el compost Clase B, la conductividad eléctrica debe ser entre 5 mm/cm y12 mmho/cm.
- Relación carbono/nitrógeno (C/N): Para el compost Clase B, la relación C/N debe ser entre 10 y 40.
- PH: El pH normal del compost debe estar comprendido entre 5,0 y 7,5, no obstante, si el pH está entre 7,5 y 8,5, la relación de adsorción de sodio (RAS) debe ser menor a 7. Un compost se considera maduro si después de una incubación de 24 h en condiciones anaeróbicas, a una temperatura de 55ºC, el pH del producto es mayor a 6. Si el pH es mayor a 7,5 se debe informar en el rótulo el contenido de CaCO3.
- Materia orgánica: Para el compost Clase B, el contenido de materia orgánica debe ser mayor o iguala 25%.

- Presencia de semillas viables de malezas: Para todas clases de compost, deben germinar un máximo de dos semillas de malezas por litro de compost, en cámara de crecimiento por siete días.
- Tamaño de partículas: Para todas las clases de compost, el tamaño máximo de las partículas que lo integran debe ser menor o igual a 15 mm, determinado en su mayor dimensión.
- Impurezas: No se permiten impurezas de un tamaño mayor a 15 mm, determinado en su mayor dimensión, en ninguna de las clases de compost. Para las Clases A y B de compost, la tolerancia de impurezas de tamaño menor o igual a 15 mm no debe superar los valores indicados en la Tabla 2-5 que se detalla a continuación:

Tabla 2-5 Nivel de impurezas para compost orgánico

Material	**Dimensión (mm)**	**Cantidad (% peso en base seca)**
Plástico flexibles y/o películas	Mayor a 5	Menor o igual a 0,05
Piedras y/o terrones de barro	Mayor a 5	Menor o igual a 5
Vidrio y/o metales y/o caucho y/o plásticos rígidos	Mayor o igual a 2	Menor o igual a 0,5

Fuente: (NCh 2439, 2003)

Requisitos específicos para compost orgánico

- El compost orgánico debe cumplir con todas las especificaciones que le son atingentes establecidas por NCh2439.
- El origen de la materia prima vegetal y animal utilizada para elaborar el compost orgánico debe provenir de cultivos y planteles orgánicos extensivos, respectivamente.
- Se puede ocupar basura domiciliaria siempre y cuando se establezca un sistema de separación de elementos potencialmente contaminantes.
- En los lugares de acumulación del residuo animal, se debe evitar la contaminación de las napas freáticas.
- Se permiten como aditivos, los insumos autorizados en NCh2439.
- La relación C/N inicial debe ser entre 25:1 y 40:1.

CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS

3.1 PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS:

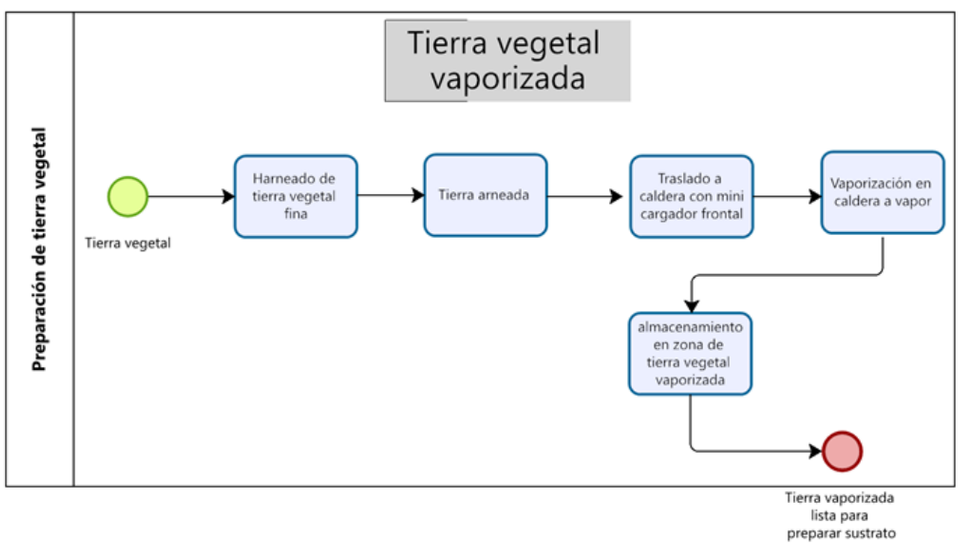
En el presente capítulo se abordará la descripción de los procesos internos de la empresa, respectó a la fabricación del compost y sustratos, mapeando de forma sencilla la producción de las mezclas que serán comercializadas.

Actualmente la empresa presenta diferentes tipos de procesos en sus diferentes líneas de productos, en la compra de materia primas, en la preparación de estas mismas y en la forma de distribuir los productos a nivel detalle y al por mayor.

Para comenzar serán descritos cada uno de los procesos de las diferentes mezclas de sustratos que produce Agrotierras.

El proceso de preparación de materias primas se refleja en la Figura 3-1 a continuación:

Figura 3-1 Proceso de tierra vegetal vaporizada



Fuente: (Agrotierras, 2022)

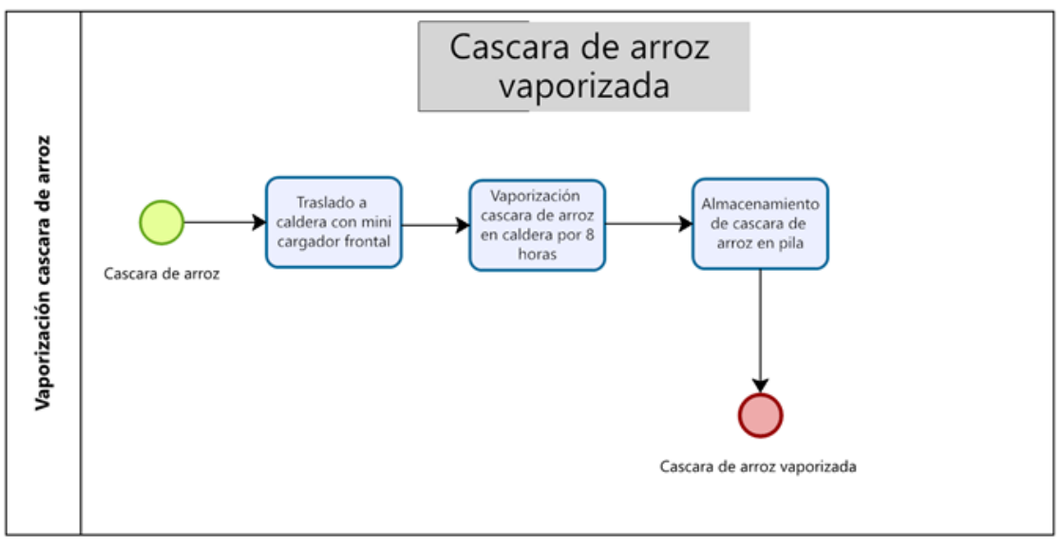
- 3.1.1 Tierra vegetal: Esta materia prima nace por donaciones de tierras que hacen los distintos vecinos a la empresa, principalmente es una tierra baja en arena y puede ser de limpieza de canales, de estabilización de terrenos o excavaciones profundas. Una vez la tierra vegetal está en la empresa se procede a pasar por un harnero de tipo fino el cual selecciona todas las impurezas como piedras o malezas que no son utilizadas en la fabricación del sustrato. Ya seleccionada la

tierra se procede para almacenar como tierra no vegetal no vaporizada, una parte de la tierra vegetal se procesa por una caldera de vapor que por un periodo aproximado de 10 horas se aplica vapor en la tierra para evitar el desarrollo de semillas que puedan estar presentes en la tierra vegetal.

- 3.1.2 Cascarilla de arroz: Materia prima la cual es de origen de la séptima región del país llega a las dependencias de la empresa y es almacenada en la zona de acopió de cascarillas de arroz. El uso de la cascarilla puede ser de 2 maneras diferentes:
  - Se puede usar directamente como es recibida en la empresa para hacer distintos tipos de sustratos.
  - La otra manera de uso es vaporizando en la cual se trasladan $8m^3$ a la caldera y se aplica vapor por un tiempo estimado de 8 horas aproximado. Luego es retirado hacia la zona de acopio de corteza vaporizada quedando en disponibilidad para el uso de los sustratos que requieren este tipo de materia prima.

La Figura 3-2 que se refleja a continuación, demuestra el proceso de vaporización de la cascara de arroz:

Figura 3-2 Proceso vaporización cascara de arroz



Fuente: (Agrotierras, 2022

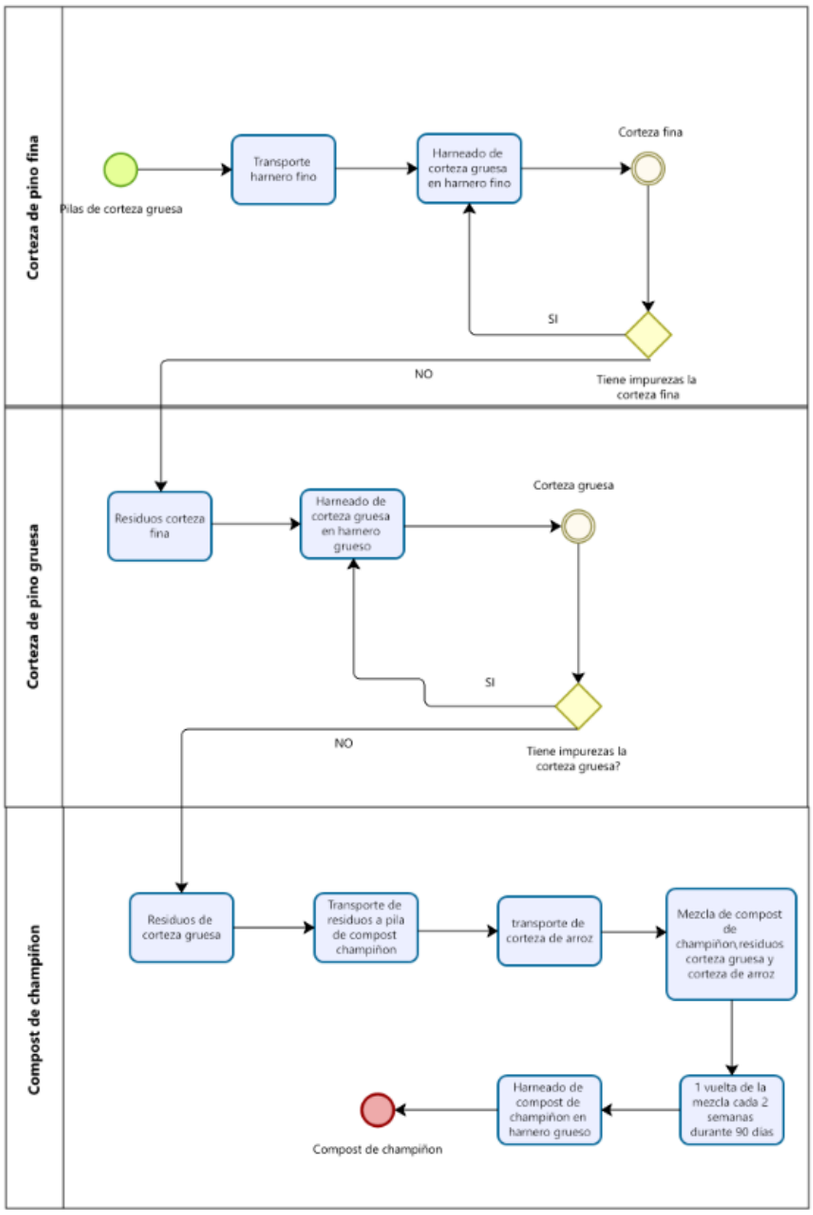
- 3.1.3 Compost de Champiñón: El compost de champiñón nace por la compra de la tierra en desuso del proceso de la fabricación del producto champiñón. Esta

tierra tiene su origen en Con Con y es trasladada en bateas de $50m^3$ a la empresa. Una vez en Agrotierras, el champiñón es mezclado con cascarilla de arroz para que pueda tener suficiente oxígeno para la generación del compost y se mueve cada 3 semanas durante 3 meses para que se genere el compost de champiñón. Una vez el compost de champiñón completa el proceso se procede a pasar por un harnero del tipo grueso para ser usado en el sustrato que lo requiere.

- 3.1.4 Compost de Corteza de pino gruesa: el ingreso a la empresa es en formato de camiones de $50m^3$ una vez descargados en la zona de acopio de corteza gruesa se procede a pasar por harnero de corteza gruesa y se genera una selección estándar del tamaño de los trozos de corteza.
- 3.1.5 Compost de corteza de pino fina**:** este tipo de materia prima ingresa a la empresa en formato de batea de 50 m^3 y se almacena en la zona de corteza fina donde está lista para ser utilizada para las mezclas de sustratos.

El proceso para la generación del compost de champiñón se demuestra a partir del siguiente diagrama de flujo que se refleja en la Figura 3-3:

Figura 3-3 Elaboración compost champiñón



Fuente: (Agrotierras, 2022)

3.2 PROCESO DE MEZCLAS:

Agrotierras fabrica distintas mezclas según los requerimientos de cada cliente y también posee una línea estándar de sustratos que cuenta con un amplio abanico de posibilidades en su uso. Dentro de la empresa, existen tres mezclas que tienen una mayor cantidad de ventas anuales, las cuales, se desglosan según el porcentaje de materias primas que demanda cada una. Las tres mezclas principales de Agrotierras son detalladas en la Tabla 3-1:

Tabla 3-1 Mezclas de sustratos

Mezcla Sustrato Universal 15 m^3	Arena	10%
	Tierra vegetal vaporizada	10%
	Corteza de pino fina	80%
	NPK	25 Kg
	CAL	20 Kg
Mezcla Sustrato Arboles 15 m^3	Tierra vegetal vaporizada	10%
	Arena	10%
	Corteza de pino fina	30%
	Corteza de pino gruesa	50%
	NPK	25 Kg
	CAL	20 Kg
Mezcla Sustrato Arboles 15 m^3 Plus	Tierra vegetal vaporizada	10%
	Corteza de pino gruesa	60%
	Corteza de pino fina	30%
	NPK	25 Kg
	CAL	20 Kg

Fuente: (Agrotierras, 2022

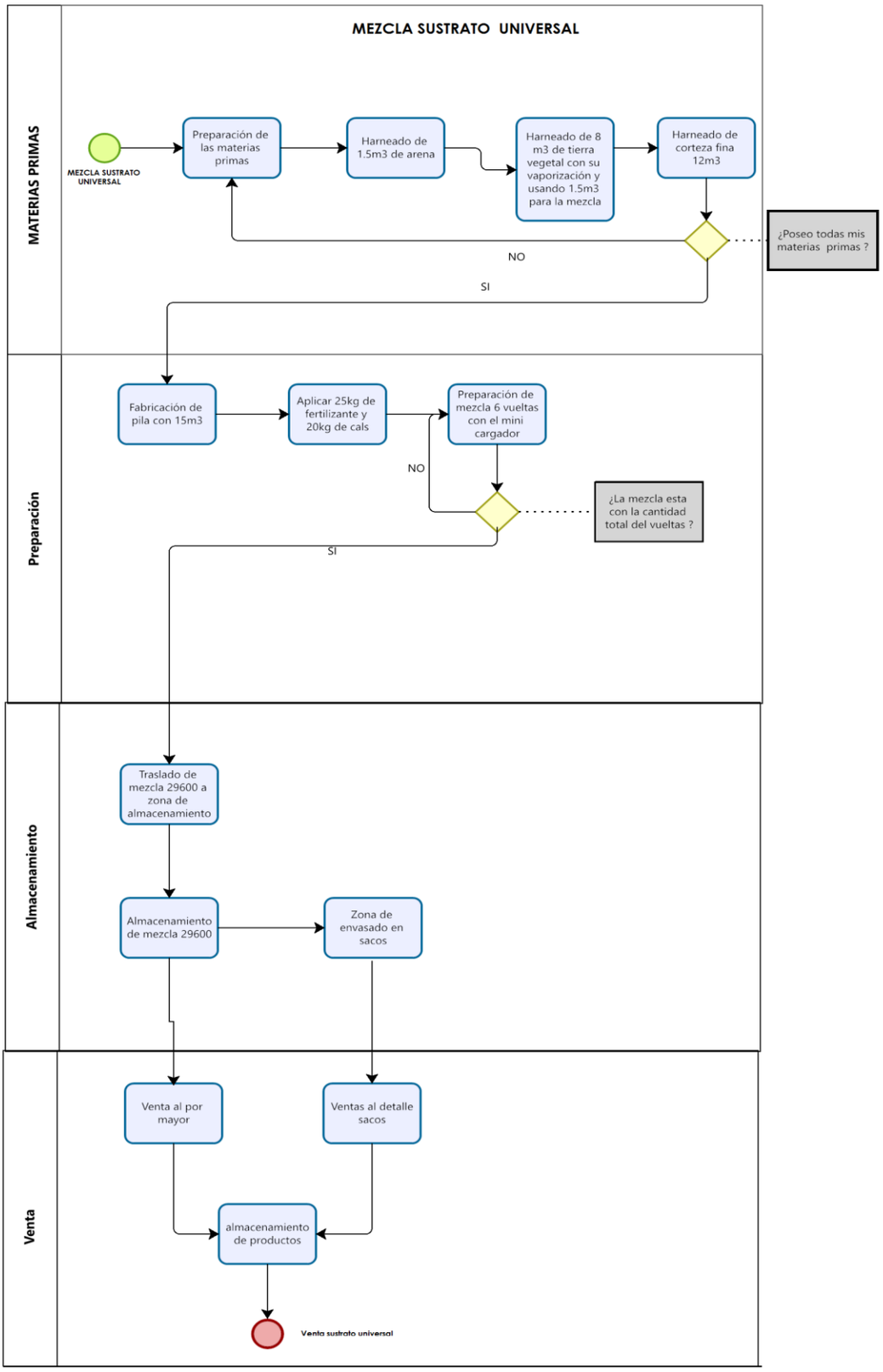
3.2.1 Proceso de fabricación mezcla Sustrato Universal 15 m^3

La fabricación de la, mezcla Sustrato Universal comienza con la preparación de las materias primas con el proceso de harneado del 10% de arena (3 paladas que corresponden a 1.5 m^3). Luego se procede harnear tierra vegetal para vaporizar durante 8 horas y se utiliza un 10% (3 paladas corresponden a 1.5 m^3). Por último se harnea corteza fina con el harnero fino 80% (24 paladas que corresponden a 12 m^3). Finalmente, agrego los 25 kg de fertilizante y 20 kg de cal para regular el pH.

Una vez recolectados todas las materias primas en el patio de preparación se procede con el minicargador frontal a mezclar durante 6 veces la pila formada con 30 paladas (15 m^3) con el movimiento de la pila completa de un lugar a otro. Una vez terminada la mezcla se procede a transportar a la zona de almacenamiento.

El diagrama de flujo representado en la Figura 3-4 es el proceso para la fabricación de la mezcla sustrato universal y se detalla a continuación:

Figura 3-4 Mezcla sustrato universal



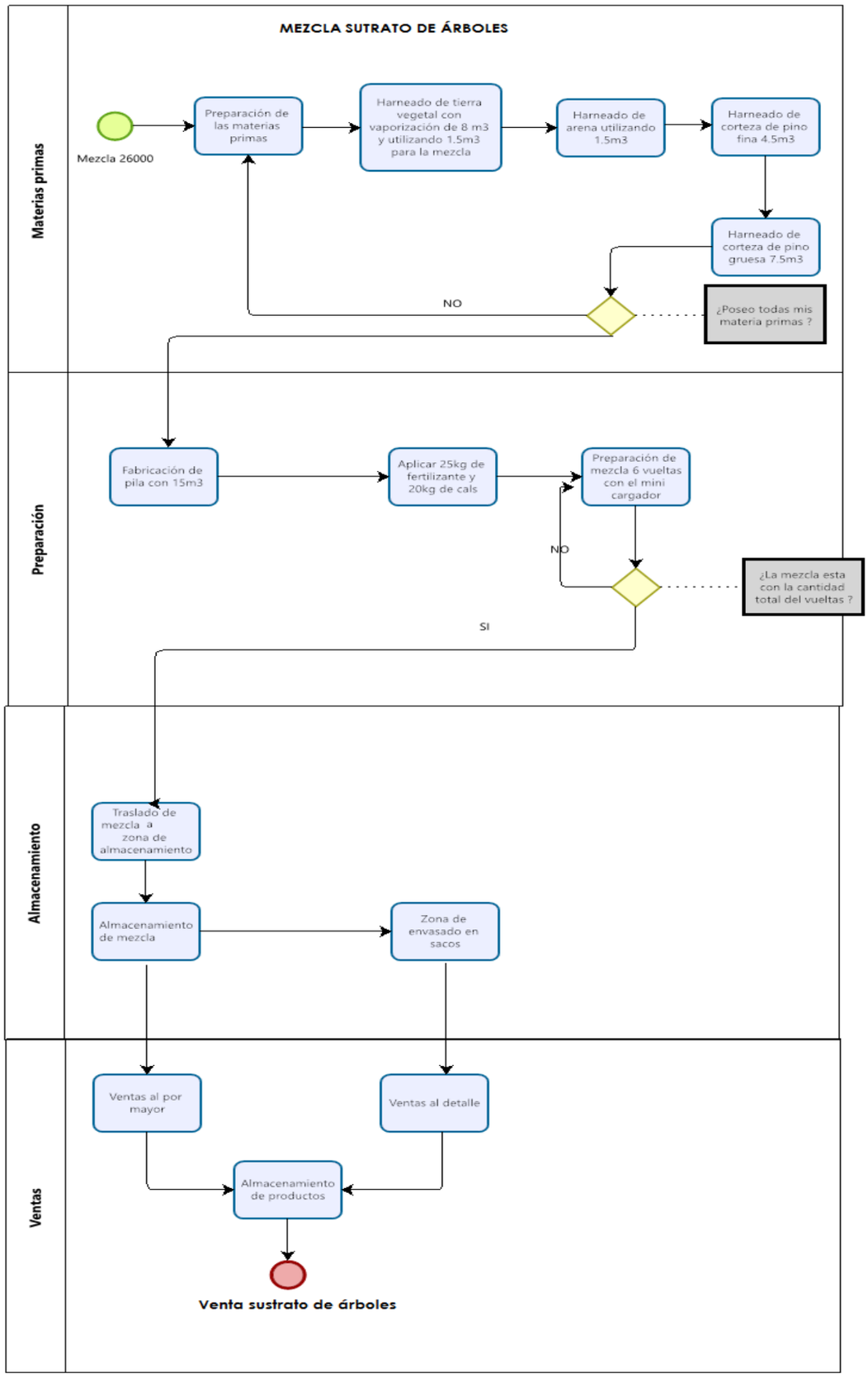
Fuente: (Agrotierras, 2022

3.2.2 Proceso de fabricación mezcla Sustrato Arboles 15m^3

La fabricación de la mezcla Sustrato Arboles comienza con la preparación de las materias primas con el harneado de tierra vegetal la cual se vaporiza en caldera y se usa un 10% (3 paladas que aportan 1.5m^3), luego se usa arena que es harneado para sacar las impurezas y es un 10% (3 paladas que representan un 1.5m^3).la corteza de pino fina se harnea y aporta un 30% de la mezcla (9 paladas que son 4.5 m^3) y finalmente la corteza de pino gruesa que representa el 50% de la mezcla(15 paladas es 7.5m^3). Con todas las materias primas se procede a crear la pila en la zona de preparación y se aplican los 25kg de fertilizante y los 20 kg de cal. Completa la pila se comienza con las 6 vueltas del cargador frontal y una vez terminado la mezcla se pasa a la zona de almacenamiento.

A continuacion en la Figura 3-5, se refleja el proceso de fabricación para la mezcla de sustrato de árboles:

Figura 3-5 Mezcla sustrato árboles



Fuente: (Agrotierras, 2022)

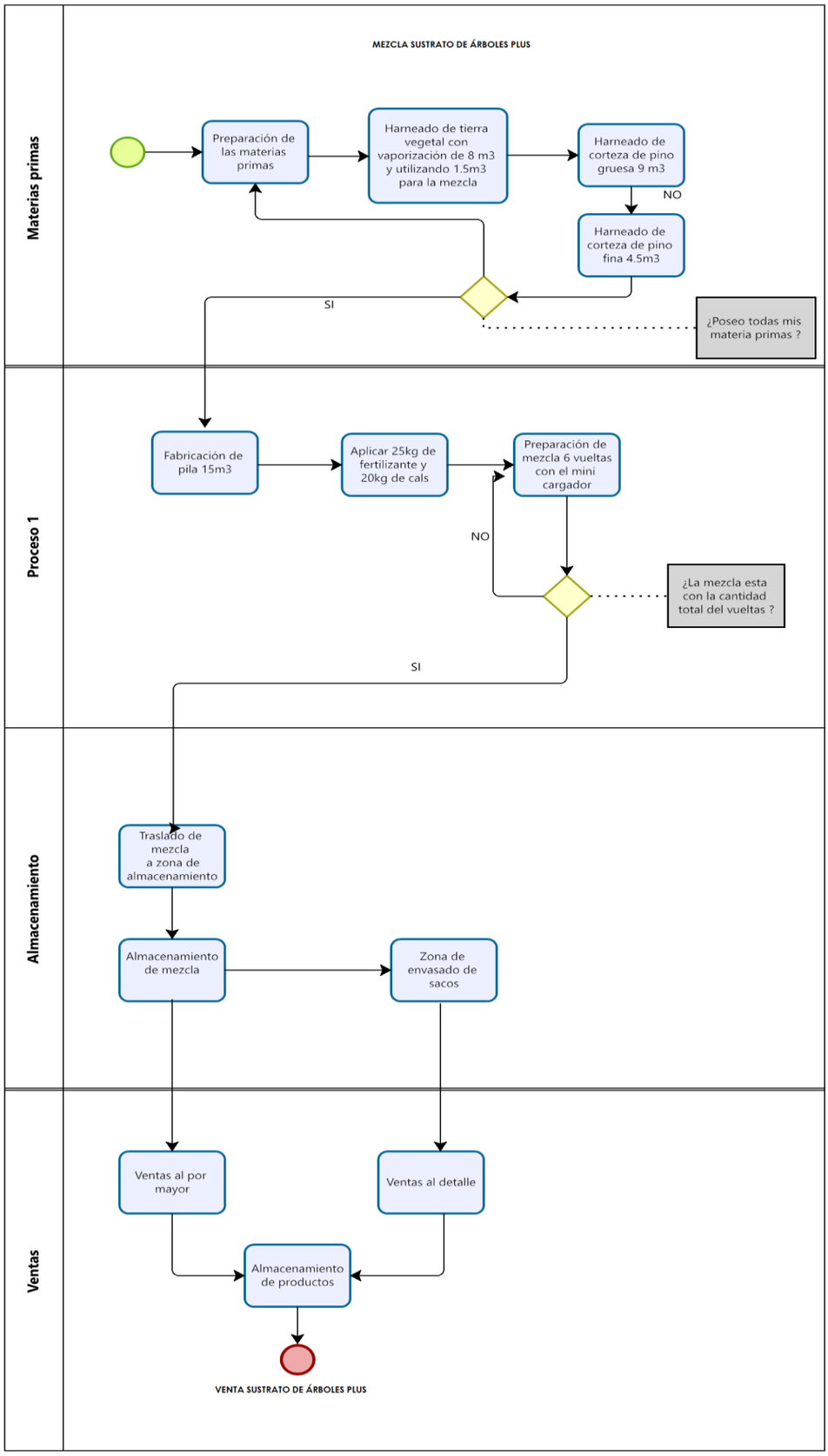
3.2.3 Proceso de fabricación mezcla Sustrato Arboles Plus 15m^3

La fabricación de la mezcla Sustrato Arboles Plus comienza con la recolección delas materias primas con el harneado de tierra vegetal y vaporizada en la caldera durante 8 horas, utilizando 10% (3 paladas que suman un total de 1.5 m^3) luego se harnea corteza gruesa 60%(18 paladas que reflejan un total de 9 m^3) y finalmente se harnea corteza fina un 30% de la mezcla (9 paladas que suman un total de 4.5 m^3).

Posteriormente, a la mezcla se le aplican 6 vueltas con el minicargador para que se forme una mezcla una mezcla homogenea, entregando al sustrato que será vendido una calidad uniforme en cualquiera de sus muestras.

A continuacion, en la Figura 3-6 se refleja el proceso a traves de un diagrama de flujo para la fabricacion de la mezcla sustrato árboles Plus:

Figura 3-6 Mezcla sustrato árboles Plus



Fuente: (Agrotierras, 2022)

Con todas las materias primas reunidas se procede a formar la pila en la zona de preparación y aplicar el fertilizante 25kg junto a 20kg de cal para regular el pH de la mezcla. La pila formada se procede con en el mini cargador frontal a dar vuelta la pila 6 veces transportándola de un lugar a otro en la zona de preparación. Finalmente la mezcla es transportada a la zona de almacenamiento.

3.3

Los sustratos realizados por Agrotierras se conforman a partir de la mezcla de compost y materias primas. Para generar la preparación del compost y las materias primas, estas deben pasar por un proceso de harneado, el cual, elimina las impurezas, selecciona las partículas y permite la oxigenación de las tierras. Existen dos tipos de harneros para realizar esta tarea, los cuales, se clasifican en harnero fino y harnero grueso siendo descritos a continuación:

3.3.1 Harnero Fino

El harnero utilizado para harnear corteza fina y tierra vegetal considera las siguientes medidas que se reflejan en la Figura 3-7:

Figura 3-7 Harnero fino

Fuente: (Agrotierras, 2022)

Las medidas del harnero grueso se describen a continuación en la Tabla 3-2:

Tabla 3-2 Medidas harnero fino

Unidad de medida harnero fino	cm
Alto total harnero	180cm
Ancho total harnero	195cm
Alto de la celda	3 cm
Ancho de la celda	2.5cm

Fuente: (Agrotierras, 2022)

3.3.2 Harnero Grueso

El harnero utilizado para trabajar con la corteza gruesa y compost de champiñón se refleja en la siguiente Figura 3-8:

Figura 3-8 Harnero grueso

Fuente: (Agrotierras, 2022)

Las medidas del harnero grueso se describen a continuación en la Tabla 3-3:

Tabla 3-3 Medidas harnero grueso

Medidas harnero grueso	cm
Alto total harnero	194cm
Ancho total harnero	222cm
Alto de la celda	4.5cm
Ancho de la celda	4.5cm

Fuente: (Agrotierras, 2022)

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA EMPRESA AGROTIERRAS

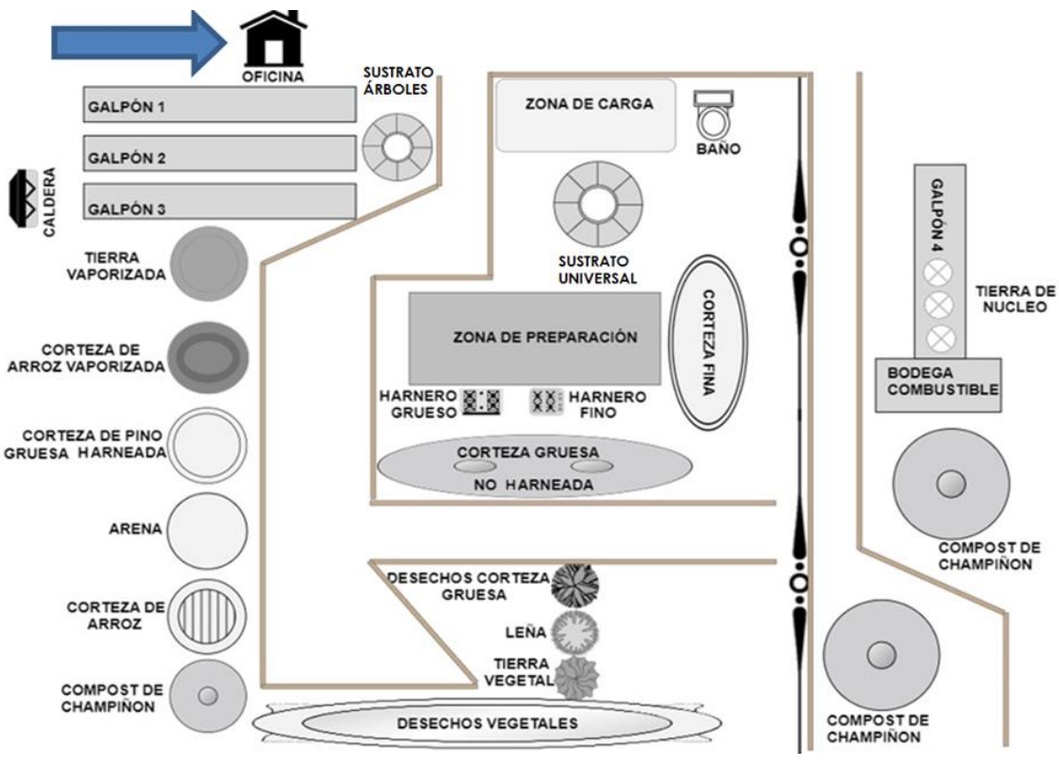
4.1 Distribución de los espacios

La empresa Agrotierras ha podido identificar diferentes tipos de problemas en sus procesos generales en los cuales se pueden deducir aspectos como la distribución general de los espacios, compras de materias primas incompletas la que generan reprocesos y pérdidas de tiempo en maquinaria no generando valor al producto.

4.1.1 Layout actual de la empresa

La distribución de los espacios que refleja el actual estado de las instalaciones, se ilustra en la Figura 4-1 a continuación:

Figura 4-1 Layout Actual



Fuente: (Agrotierras, 2022)

En la imagen se refleja la distribución de los espacios comenzando con las instalaciones de la oficina en la cual existe un espacio administrativo, otro sector de la misma estructura con espacios de acumulación de los fertilizantes y otro lugar para el almacenamiento de los sacos vacíos que son usados para la venta en formato detalle que se hacen de mezcla Sustrato Universal principalmente.

Luego nos encontramos con el galpón 1, 2 y 3 en el cual se desarrolla el procesó de ensacado de la mezcla Sustrato Universal y su posterior almacenamiento en el mismo lugar. En el galpón 3 se encuentra la caldera en el cual es la zona de vaporizado de tierra vegetal y cascarilla de arroz.

En costado izquierdo de nuestra gráfica se encuentra la acumulación de la mayoría materias primas para la fabricación del sustrato. Nos encontramos con una pila de tierra vegetal vaporizada, corteza de arroz vaporizada, corteza de pino gruesa harneada, arena, cascarilla de arroz no vaporizada y por ultimo está una parte de compost de champiñón en periodo de compostaje.

En la zona central de nuestra grafica nos encontramos con la zona de carga para la distribución de sustratos en formato de m^3 y despacho en camiones, luego se encuentra la pila de Sustrato Universal donde se usa una parte para la venta al por mayor y otra parte se ingresa a la zona galpón 1 y 2 de envasado al detalle de ensacado.

A continuación se encuentra la zona preparación de los sustratos donde se ingresan las diferentes materias primas con sus respectivos porcentajes para las mezclas en específico que se desea preparar, y a un costado de la zona de preparación se encuentra la pila de materia prima de corteza de pino fina. En el otro costado se encuentra la piula de corteza de pino gruesa no harneado en el cual se encuentran los 2 harneros utilizados el de harneado de corteza fina y el de harneado de corteza gruesa.

Al costado de la pila gruesa no harneada se encuentra la zona de desperdicios que genera el harneado grueso.

A continuación se encuentra la pila de leña que es utilizada para generar la combustión en la caldera generando el vapor de agua para poder generar el proceso de vaporización de la tierra vegetal y cascarilla de arroz.

Al final de la zona central se encuentra la zona de acopio desechos vegetales los cuales están en proceso de formación de compost.

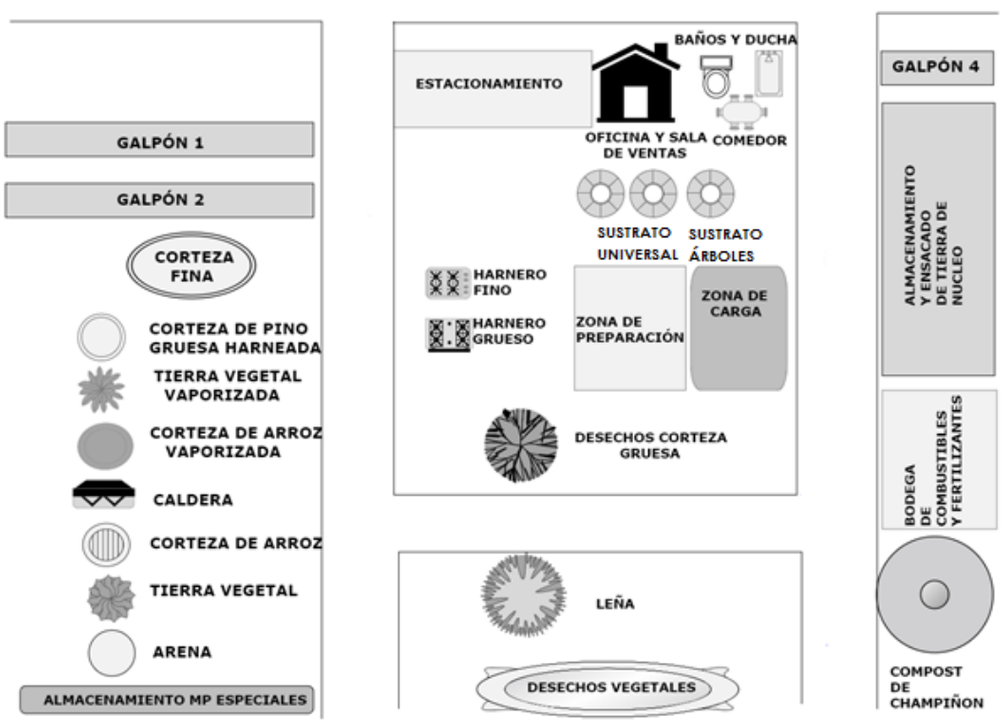
Por último nos encontramos con la zona de galpón 4 la cual es una zona de ensacado y almacenamiento especifico de tierra de núcleo la cual el 90% de la producción es enviada a la zona de Antofagasta. En estos mismos galpones se encuentra el almacenamiento de petróleo para la maquinaria pesada.

Por último se identifica la zona 2 de compost de champiñón en proceso de fabricación para ser procesado posteriormente como materia prima.

4.1.2 Propuesta del nuevo Layout

De acuerdo a los antecedentes recopilados en la empresa Agrotierras y considerando las mejoras para disminuir los tiempos de transporte de materia prima y optimizar las áreas de acopio y preparación se representan en la Figura 4-2 a continuación:

Figura 4-2 Propuesta layout nuevo



Fuente: (Agrotierras, 2022)

La nueva distribución de los espacios considera cambios significativos para optimizar los tiempos desplazamiento internamente y un enfoque a la contaminación cruzada de las materias primas.

1-El galpón 1 y galpón 2 quedan específicamente para envasado y bodega de almacenamiento de sacos mezcla Sustrato Universal para ventas al detalle.

2- La oficina se cambia de ubicación para hacer un conjunto con sala de ventas, baños, comedor y duchas para los trabajadores, se plantea la construcción de un espacio con módulos o conteiner, la zona se complementa con un estacionamiento para 5 autos o camionetas en un costado de la oficina y sala de ventas.

3- La caldera se plantea un cambio significativo al centro de la empresa en el costado izquierdo por los siguientes motivos:

- Se evita que exista contaminación cruzada de la tierra vegetal no vaporizada con los sustratos, aplica también a la cascarilla de arroz.
- La zona de almacenamiento de leña queda frente de la nueva ubicación de la caldera disminuyendo los tiempos de transporte hasta en un 80% la distancia que existía anteriormente.
- La caldera genera un límite entre los compost y sustratos que están procesados sin enfermedades a la tierra vegetal, cascarilla de arroz y vegetales en proceso de compost.
- Permite generar un espacio donde la combustión no está cerca de los clientes que puede generar humos excesivos y alta temperatura.
- El cambio de la caldera genera un inicio en el proceso de compost de tipo 2 a tipo 1 con la separación total de la tierra vegetal del resto de las otras materias primas. Evita principalmente que exista contaminación cruzada cumpliendo con uno de los requisitos principales de la norma nch2880 para poder avanzar a comercializar un tipo de compost tipo 1 y poder distribuirlo a todo chile.

4- El almacenamiento de materias primas se cambia al costado izquierdo del layout en orden de la cantidad requerida diariamente de mayor a menor , optimizando el tiempo desplazamiento de los mini cargadores frontales , agilizando el tiempo de producción y permitiendo un ahorro de combustible.

5- El espacio de la fabricación de compost de champiñón y compost de tierra vegetal se va centrar en una sola área de almacenamiento destinando los otros espacios a las materias primas especiales que son requerimiento de clientes en específico.

6- Por último se crea una bodega de almacenamiento de combustibles e insumos de mantención para la maquinaria pesada de la empresa, posteriormente se crea una bodega para el almacenamiento de fertilizantes.

Todas las mejoras planteadas en el nuevo layout están pensadas en optimizar los tiempos desplazamiento y agilizar los procesos productivos de la empresa para disminuir los costos de la fabricación del compost, las correcciones están planteas por experiencia laboral, recomendaciones de jefatura y trabajadores de la empresa.

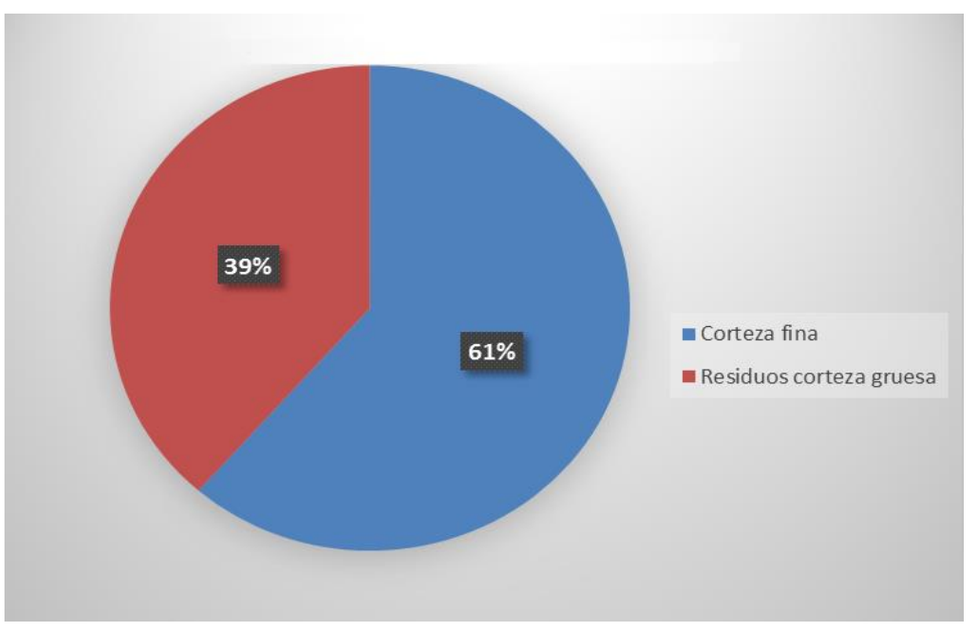
4.1.3 Análisis de compra de corteza gruesa

El análisis de compra de corteza gruesa tiene como finalidad obtener información si la compra de materia prima corteza gruesa es más conveniente para la empresa considerando que es más barata que la materia prima corteza fina pero hay que realizar un proceso de harneado que implica una reducción del volumen utilizable como corteza fina y también hay un costo de procesar la materia prima corteza gruesa al interior de la empresa. También existe un mayor espacio utilizado para el almacenamiento y necesita un mayor tiempo en preparar la materia prima para poder tener disponibilidad para su uso. Pará comprobar la conveniencia de compra de corteza gruesa se realizó el siguiente experimento:

Se realizado como experimento un muestreo que consideró el análisis de 50 muestras, donde se harneó en el harnero fino 1 Lt de corteza gruesa para extraer la cantidad promedio de corteza fina y desechos de corteza gruesa. Este experimento se refleja a partir de la siguiente tabla N°1 en la sección Anexos.

Los resultados del muestreo luego de harnear la corteza gruesa, indica los siguientes porcentajes en la Figura 4-3:

Figura 4-3 Muestreo harneado corteza gruesa

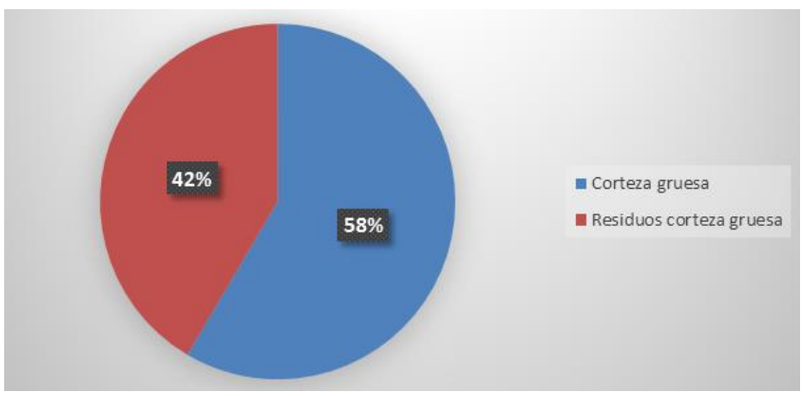


Fuente: (Agrotierras, 2022)

A partir del gráfico es posible identificar que cuando se realiza el harneado de corteza gruesa, el 61% corresponde a corteza fina y el 39% a residuos de gruesa.

Luego, considerando los resultados anteriores, se realiza un segundo muestreo, donde se consideró el 39% de residuos de corteza gruesa. Estos residuos fueron harneados en el harnero grueso donde se obtuvo como resultado un 58% de corteza gruesa y un 42% de residuos de corteza gruesa que en este caso no serán utilizados en este estudio que se reflejan a continuación en la Figura 4-4:

Figura 4-4 Muestreo harneado residuos de corteza gruesa



Fuente: (Agrotierras, 2022)

Respecto a los valores de los dos tipos de corteza que serán comparados, se determinan los siguientes valores que se reflejan a continuación en la Tabla 4-1:

Tabla 4-1 Valores de compra de cortezas de pino

Precios	($)/Lt
Corteza fina	$21,5
Corteza gruesa	$18,5

Fuente: (Agrotierras, 2022)

Considerando los valores y precios de lo que cuesta realizar el harneado de corteza gruesa para poder transformarlo a corteza fina que será utilizada en las principales mezclas que produce la empresa, los resultados se visualizan a continuación en la Tabla 4-2:

Tabla 4-2 Costos de procesar corteza

Consideraciones	Cantidad de corteza gruesa (Lt)	Tiempo (min)	Tiempo (min/Lt)	Dinero $ (Condición experimento)	Dinero (Condición real)
Mano de obra	1000	6	0,006	0,400	1,200
Maquinaria	1000	6	0,006	0,691	2,100
Precio Corteza Gruesa				18,500	18,500
Total 1 m^3				19,591	21,770

Fuente: (Agrotierras, 2022)

La Tabla 4-2 representa que para procesar 1000 Lt de corteza gruesa se requieren 6 minutos de mano de obra (operador) y 6 minutos de maquinaria para transformar esta corteza gruesa en corteza fina.

Se debe considerar además que el valor de la mano de obra es de $4000/h, lo que significa que, el minuto de mano de obra cuesta $66,6. Por lo tanto, al multiplicar los $66,6 por los 0,006 minutos que se demora el operador en procesar la corteza gruesa, entrega un resultado de $0,4 procesar 1lt para transformarlo en corteza fina.

Respecto a la maquinaria en 1 hora el minicargador frontal utiliza 9,1 Lt/h de diésel. El valor del diésel es de $760/Lt, por lo tanto, en 1 hora la maquinaria gasta en total $6.916/h, lo cual, al ser dividido en 60 minutos, el precio por minuto de utilizar el minicargador es de $115,27. El tiempo que se demora la maquinaria en procesar 1 Lt de corteza gruesa de 0,006 minutos, lo cual, al ser multiplicado por el costo de 1 minuto de minicargador es de $0,69/Lt.

Si se considera la condición real, la condición del experimento debe ser multiplicada por 3, dado que, son 3 ciclos donde se procesa la corteza gruesa por el harnero fino.

Al realizar la suma de lo que se obtiene por concepto de mano de obra, maquinaria y costo de la corteza gruesa que se compra, el costo por litro de producir corteza fina a partir de corteza gruesa es de $21,77, lo cual, al ser comparado con el litro de corteza fina que se compra, aumenta un $0,27.

Las principales mezclas que Agrotierras trabaja son la 29.600 que es vendida en formato de sacos de 35 Lt y m^3 y la 26.000 que es vendida en m^3.

A continuación en la Tabla 4-3 se reflejan las cantidades de sustratos que fueron vendidas durante el año 2021:

Tabla 4-3 Ventas 2021

PRINCIPALES MEZCLAS 2021 (m^3)	Ene 21	Feb 21	Mar 21	Abr 21	May 21	Jun 21	Jul 21	Ago 21	Sept 21	Oct 21	Nov 21	Dic 21	Total 2021
MEZCLA SUSTRATO Universal granel m^3	312	406	336	250	250	300	408	420	216	300	303	300	3.802
MEZCLA SUSTRATO Arbol	252	460	491	444	450	480	408	430	348	192	192	192	4.339
MEZCLA SUSTRATO Universal	260	345	501	213	263	281	189	257	220	217	217	257	3.219

Fuente: (Agrotierras, 2022)

Al analizar la Tabla N°4-3 es posible notar que de la mezcla Sustrato Universal lidera la venta en formato de m^3. Además, al sumar ambos formatos, es el producto que refleja una sólida venta en el año 2021 con 7.021 m^3 vendidos. Por otra parte la mezcla Sustrato Árbol reflejó un total de ventas de 4.339 m^3.

Al considerar las proporciones de cada una de las mezclas, es posible determinar los siguientes porcentajes de materias primas que se reflejan en la Tabla 4-4:

Tabla 4-4 Composición sustratos

Mezclas	Materias Primas	Porcentaje
Mezcla Sustrato Universal 15m^3	arena	10%
	tierra vegetal vaporizada	10%
	corteza de pino fina	80%
	NPK	25KG
	CAL	20KG
Mezcla Sustrato Árbol 15m^3	tierra vegetal vaporizada	10%
	arena	10%
	corteza de pino fina	30%
	corteza de pino gruesa	50%
	NPK	25kKG
	CAL	20KG

Fuente: (Agrotierras, 2022)

Como se refleja en la Tabla 4-4 se define que para la mezcla Sustrato Universal el porcentaje de corteza fina que es utilizada es de 80% y para la mezcla Sustrato Árbol es de 30%.

Finalmente es posible notar en la Tabla 4-5 el costo de procesar la corteza gruesa para transformarla en corteza fina es mayor al costo de comprar la corteza fina ya lista para ser utilizada en la mezcla.

Tabla 4-5 Costo anual extra corteza gruesa

Mezcla	Cantidad 2021 (m^3)	Uso m^3 corteza fina 2021	Compra corteza fina	Compra de corteza gruesa para obtener 6919 m^3	Gasto extra en compra de corteza gruesa
Sustrato Universal	7.021	5.617	6.919m^3*$21.500	(6.919m^3*1.38)*$18.500	
Sustrato Árbol	4.339	1.392			
Total	11.360	6.919	$ 148.750.291	177.396.500	$ 28.646.209

Fuente: (Agrotierras, 2022)

4.2 Análisis control de entradas materias primas y salida de productos

4.2.1 Análisis control de entrada de materias primas

La adquisición de materia prima principalmente corteza de pino gruesa y fina es transportada desde el sur de chile en camiones hasta la empresa con una orden de compra. La compra en general no define el tipo de camión que realiza el transporte de esta solo se confirma con la disponibilidad de camiones de 2 empresas contratadas que tienen 2 tipos de camiones, la primera posee camiones del tipo camión y carro con sistema de barandas con un sistema descarga manual con el minicargador y la segunda empresa posee camiones del tipo "piso caminante" con descarga automática de la carga.

Durante el mes de febrero del 2022 se realizó un análisis que consiste en medir la cantidad de materia primas que ingresan a la empresa por los distintos tipos de camión que realizan el flete de transporte de corteza.

Se midieron 10 camiones de los cuales 3 son camión del tipo camión con carro y los otros 7 son camiones del tipo piso caminante. La medición consiste en dejar separadas la cantidad de corteza de pino y realizar un conteo de las paladas usadas para los distintos tipos de sustratos a fabricar. La medición esta en metros cúbicos y se describe a continuación en la Tabla 4-6:

Tabla 4-6 Transporte de corteza gruesa

Camión	Cantidad (m^3)
Camión piso caminante 1	49
Camión piso caminante 2	47
Camión piso caminante 3	50
Camión piso caminante 4	48
Camión piso caminante 5	49
Camión piso caminante 6	50
Camión piso caminante 7	48
Camión con carro 1	43
Camión con carro 2	46
Camión con carro 3	47

Fuente: (Agrotierras, 2022)

De acuerdo a los datos recopilados nos encontramos con una diferencia evidente en la cantidad ingresada de materia prima en los dos tipos de camiones disponible para la realización del flete. Con respecto a los camiones del tipo piso caminante que encontramos 7 unidades nos encontramos con un promedio 48,71 m^3 de 50 m^3 que se describe en la orden de compra.

El resultado de la cantidad total de los camiones con carro fue un total de 3 unidades con un promedio de 45,33 m^3 que representa una cantidad de 5 m^3 menor a la orden de compra.

Esta problemática de la falta de materia prima en relación a las órdenes de compra genera una pérdida mensual aproximada de 2,30 m^3 de corteza de pino. La falta de materia se puede justificarse a la compactación durante el viaje según puede justificar la empresa de transporte pero no se logra tener la descarga de la cantidad comprada por la empresa.

La propuesta de mejora control de materia prima que se sugiere, considera la falta de materia prima en la compra genera un problema importante en la empresa porque se genera una diferencia en la compra de materia prima con relación al producto de sustrato terminado listo para la venta. Para encontrar una solución a este problema se define las siguientes propuestas:

1. La compra de materia prima tiene que existir una gestión previa de la empresa para seleccionar el tipo de camión a realizar el flete con preferencia en camiones de piso caminante porque son los que transportan un número más cercano a la cantidad que se describe en la orden de compra.

2. La empresa tiene que generar un control por muestra al azar de camiones para poder medir la cantidad de m^3 de corteza de pino en la cual va a poder controlar si se está recibiendo la cantidad comprada y así generar una notificación a la empresa proveedora para que controle de mejor manera la carga de corteza.

3. Generar una planilla con periodos determinados de 1 mes para tener un control de la cantidad recibida y poder contabilizar la cantidad de materia prima faltante para realizar un aviso a la empresa proveedora. También nos ayudara a tener un control más exacto del stock disponible de materia prima para generar una mejor proyección de las ventas y ajustar de mejor manera la siguiente orden de compra del siguiente mes.

4.2.2 Análisis control de salida de productos

La venta de productos de la empresa se genera por 2 métodos: la primera es la venta al detalle en sala de ventas donde existe un control constante de la cantidad de sacos que hay en stock y se tiene un numero en bodega constante para que no exista falta de productos para los clientes.

El otro método de ventas es el formato granel o ventas al por mayor que consta de venta de productos en formato de 10 a 12 m^3 en general de acuerdo a los requerimientos del cliente, aquí se generan diferencia constante de volumen cargado en el camión de despacho y genera diferentes perdidas en la cantidad de metros cúbicos despachados. En febrero se generaron diferentes análisis en la carga de material existiendo diferencia en la cantidad de carga en el número de paladas entre un camión y otro. Se analizaron 20 camionadas con una orden de compra de 12 m^3 y usando una pala con medio m^3 de carga para su análisis entregando el siguiente resultado que se refleja en la Tabla 4-7:

Tabla 4-7 Camión de despacho

Camión	Numero de paladas	m^3
1	23	11,5
2	24	12,0
3	24	12,0
4	25	12,5
5	26	13,0
6	25	12,5
7	26	13,0
8	24	12,0
9	25	12,5
10	26	13,0
11	25	12,5
12	24	12,0
13	25	12,5
14	23	11,5
15	24	12,0
16	22	11,0
17	24	12,0
18	25	12,5
19	24	12,0
20	25	12,5

Fuente: (Agrotierras, 2022)

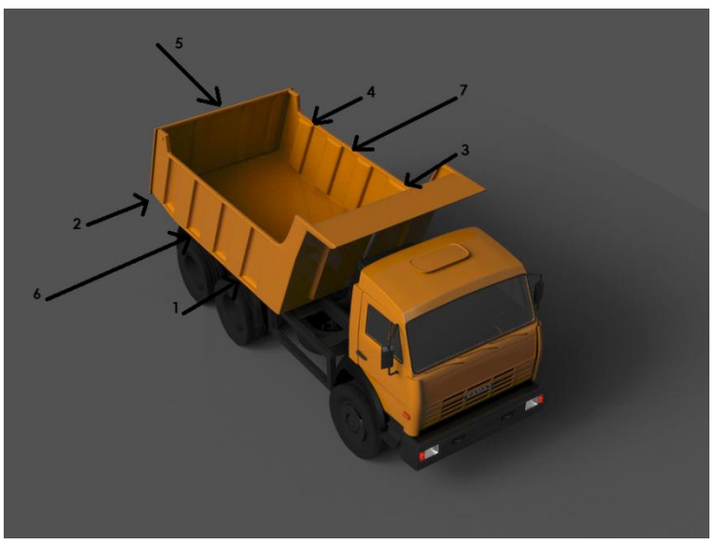
El análisis de carga en el camión de despacho nos entregó los siguientes datos de la tabla anterior. La carga promedio fue 12,2 metros cúbicos que nos permite conocer un exceso de carga entregada de 0,2 metros cúbicos lo que anualmente significa 3812 metros cúbicos vendidos con 318 camionadas despachadas calculando un promedio de 0,2 metro cubico extra tenemos 63,5 metros extras entregados lo que nos entrega como precio unitario de 29.600 pesos y un total de 1879600 pesos.

Esta pérdida de exceso de carga se propone las siguientes alternativas:

1- Metodología de carga en camión despacho

La carga del camión tiene que existir una secuencia de carga para que la compactación de la materia prima no genere una carga extra, esta metodología se define en la Figura 4-5:

Figura 4-5 Carga de camión estándar



Fuente: (Agrotierras, 2022)

En el diagrama se observa números con flechas que describe el orden de carga en un camión tipo de 12 metros cúbicos.

- Primera carga (1) de 5 paladas
- Segunda carga (2) de 5 paladas
- Tercera carga (3) de 5 paladas
- Cuarta carga (4) de 5 paladas
- Quinta carga (5) de 2 paladas
- Sexta carga (6) de 1 palada
- Séptima carga (7) de 1 palada

Realizar esta secuencia nos permite cargar un camión con un volumen exacto de 24 paladas que significa un total de 12 metros cúbicos y se permite estandarizar la carga con una cantidad uniforme de volumen.

2-Compra de pala estandarizada para mini cargador frontal de 500 litros.

RESULTADOS

A partir de los objetivos específicos del trabajo de título, se procede a explicar punto por punto, cada uno de ellos con su resultado correspondiente:

1.- Identificar los puntos críticos del proceso productivo para plantear mejoras en el mismo.

-Para identificar los diferentes puntos críticos en los procesos productivos se identificó todos los procesos productivos de la empresa para desarrollar un marco teórico de cómo se fabrican los productos, compra de materias primas y preparación de los diferentes insumos que son utilizados en los sustratos que se fabrican en Agrotierras. Los procesos se representan por, medio de la un mapeo de procesos.

-Distribución de los espacios: la propuesta de mejoramiento plantea la organización más objetiva de los espacios de tal manera de reducir las distancias desplazamientos de los mini cargadores en el momento de preparación y almacenamiento de materias primas, fabricación de los sustratos y compost. Al optimizar los espacios nos benefician directamente en reducir el tiempo de fabricación de los sustratos y tenemos una disminución en el consumo de combustible por parte de la maquinaria de la empresa. Por otra parte nos entrega una ventaja para enfrentar la alta demanda de fabricación de los productos y mejorar los tiempos de entregas a los diferentes clientes de Agrotierras.

2.-Proponer estándares y parámetros de control para el proceso de elaboración de compost y sustratos.

-La distribución de los espacios nos permite cumplir con un aspecto fundamental de la norma NCh2880 que plantea una división de la tierra vegetal contaminada con diferentes tipos de semillas que pueden desarrollarse en los sustratos. Nos permite dejar en una zona aparte de los diferentes tipos de sustratos y de la tierra vaporizada lista para ser usada en sustratos libres de semillas de las distintas malezas que pueden contaminarlos.

-Los parámetros de control para generar un tipo de compost tipo 2 considera la norma chilena de fabricación de compost NCh2880 como un estándar de fabricación de los diferentes compost en la empresa Agrotierras.

3.- Plantear mecanismos de evaluación de pérdidas en el proceso productivo.

- Al harnear la corteza gruesa, esta se divide en dos partes. La primera corresponde a un 61% de la misma corteza gruesa que no es utilizable para el proceso de fabricación de sustrato universal.

Respecto al otro 39%, este corresponde a corteza fina que si será utilizada. Por lo tanto, en este caso, lo que ocurre es que se debe comprar un 58% más de corteza gruesa, para que esta sea harneada y otorgue la obtención de la corteza fina que permita satisfacer la demanda. El realizar este proceso de compra y harneado extra, significa un gasto de aproximadamente $28.000.000 anuales adicionales.

-Análisis de control de entrada de materias primas son un factor fundamental para contabilizar la entrada de compras. Las cargas de corteza fina y gruesa se compra y es trasladada a la empresa por medio de 2 tipos camiones los cuales son camión piso caminante y camión tipo carro en el estudio de un mes de analizo la cantidad de carga que ingresa a la empresa por una parte nos encontramos con 7 camiones piso caminante que entregaron un promedio de 48,71 m^3 de carga ingresada a la empresa durante un mes. Por otra parte se encuentran los camiones carro donde se analizó 3 unidades entregando un promedio de 45,33 m^3. El estudio nos demuestra claramente que los camiones del tipo piso caminante transportan un número más cercano al contenido ideal que refleja la orden de compra que es de 50 m^3, la preferencia de transporte con mayor volumen tiene que ser siempre de preferencia al camión de piso caminante para el transporte de la corteza de pino que ingresa a la empresa y por otra parte generar una visita al empresa proveedora para verificar la cantidad de carga que se despacha y verificar que se entreguen los 50 m^3 de la orden de compra.

Análisis control de salidas de productos nos presenta un estudio de la carga en formato al por mayor de los productos en formato 12 m^3 se analizaron 20 camiones entregando una carga promedio de 12,2 m^3 de carga con un exceso de 0,2 m^3 extra de carga. Para solucionar esta pérdida se plantea una metodología de carga con un pala estandarizada de ½ m^3 y con una cantidad de 24 paladas en un orden determinado entregando un total de 12 m^3 al cliente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La empresa Agrotierras se ha enfocado en ser una empresa líder en la zona, en la venta y fabricación de compost y de sustratos tipo 2. Durante el desarrollo de Agrotierras, la empresa posiciona en el mercado realizando sus procesos productivos de manera óptima para satisfacer los requerimientos de los clientes.

Dentro de las problemáticas que presenta Agrotierras en la actualidad, se puede apreciar que no se ha generado una documentación necesaria para la correcta descripción y registro de todos los procesos productivos que ejecuta a diario, junto a un desconocimiento de las funciones de cargo del personal para asignar las responsabilidades necesarias para cada persona que integra la organización.

Se plantean mejoras a la empresa con respecto a su distribución de los espacios mediante un análisis de las distancias que se utilizan en el traslado de las materias primas y productos, buscando una reducción del 50%, dado que, el promedio inicial de las distancia era de 145 m, desde el punto de acopio hasta la zona de preparación. Además, se recomienda dividir los espacios, entre los acopios de tierra vegetal y sustratos para evitar la contaminación cruzada a partir de los mismos.

Se sugiere que Agrotierras cuente con parámetros de control en base a la norma NCH2880 de compost para generar condiciones de referencia en relación al producto vendido. Estos parámetros describen cantidad de nutrientes, humedad, olores, metales pesados, etc.

Por último se realiza un estudio financiero que contempla la compra de corteza de pino gruesa que arroja como resultado de procesarla en la empresa Agrotierras de $21.700/m^3. Al realizar un desglose de este costo se debe considerar la mano de obra, combustible y costo de la materia prima. La inversión para satisfacer los 6.919 m^3 anuales de corteza fina es de $148.750.291 con la compra directa de corteza fina al proveedor. Sin embargo, al procesar la corteza fina el costo de trabajar esa tierra es de $177.396.500, representando una compra anual de 9.589 m^3 para satisfacer la cantidad solicitada anual considerando un 38,6% de pérdida.

El diferencial adicional por la compra de corteza gruesa, es de $28.646.209 extras que representan un gasto adicional que no compensa en su totalidad el costo económico, dado que, se ocupa para realizar el proceso de harneado la maquinaria. Esto conlleva a que ocurra una fuga de clientes, dado que, los tiempos de recepción del producto solicitado no se cumplen, generando pérdidas en las ventas que afecta directamente a las utilidades de la empresa.

Como recomendación a partir de los antecedentes expuestos, se sugiere la compra de corteza fina en su totalidad para las mezclas que requieren este producto dentro de su composición, reduciendo al mínimo la compra de corteza gruesa solo para satisfacer la demanda y no tener un sobre stock de inventario.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN

- Agrotierras. (2022).Productos. Obtenido de http://agrotierras.cl/
- Bencina en línea. (2022). Sistema de información en línea de precios de combustibles en estaciones de servicio. Obtenido de http://www.bencinaenlinea.cl/web2/buscador.php?region=6
- Cat. (2022). Caterpillar 246D. Obtenido de https://www.lectura-specs.es/es/modelo/maquinaria-para-la-construccion-y-obras-publicas/minicargadoras-caterpillar/246d-11688353
- Comercializadora VH. (2022). Sustratos disponibles. Corteza de pino compostada. Obtenido de https://www.grupohijuelas.cl/comercializadora-vh/productos-cvh/sustratos/sustratos-disponibles/
- Envapack. (2022). Cosedora de sacos y codificadoras. Obtenido de https://www.envapack.com/2013/07/cosedoras-de-sacos-y-codificadoras/
- Lectura Specs. (2013). Bobcat S 185 H. Ficha técnica y especificaciones (2004-2013). Obtenido de https://www.lectura-specs.es/es/modelo/maquinaria-para-la-construccion-y-obras-publicas/minicargadoras-bobcat/s-185-h-1016334
- INN. (2003). Compost – Clasificación y requisitos. Obtenido de http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf
- SAG-INDAP. (2005). Pauta Técnica para la Aplicación de Guanos. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Instituto de Desarrollo Agropecuario. Obtenido de https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/41020
- SAG. (2014). Agricultura Orgánica Nacional Bases técnicas y situación actual. Obtenido de http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Harneado de corteza gruesa para obtener corteza fina

N Muestra	Volumen cc muestra	Corteza Fina	Residuos corteza fina	Corteza fina %	Perdida corteza fina
1	1000	600	400	60%	40%
2	1000	500	500	50%	50%
3	1000	600	400	60%	40%
4	1000	640	360	64%	36%
5	1000	740	260	74%	26%
6	1000	520	480	52%	48%
7	1000	720	280	72%	28%
8	1000	500	500	50%	50%
9	1000	600	400	60%	40%
10	1000	700	300	70%	30%
11	1000	600	400	60%	40%
12	1000	500	500	50%	50%
13	1000	600	400	60%	40%
14	1000	640	360	64%	36%
15	1000	740	260	74%	26%
16	1000	520	480	52%	48%
17	1000	720	280	72%	28%
18	1000	500	500	50%	50%
19	1000	600	400	60%	40%
20	1000	700	300	70%	30%
21	1000	640	360	64%	36%
22	1000	740	260	74%	26%
23	1000	520	480	52%	48%
24	1000	720	280	72%	28%
25	1000	500	500	50%	50%
26	1000	600	400	60%	40%
27	1000	700	300	70%	30%
28	1000	600	400	60%	40%
29	1000	500	500	50%	50%
30	1000	600	400	60%	40%
31	1000	600	400	60%	40%
32	1000	640	360	64%	36%
33	1000	740	260	74%	26%
34	1000	520	480	52%	48%
35	1000	720	280	72%	28%
36	1000	500	500	50%	50%
37	1000	600	400	60%	40%
38	1000	700	300	70%	30%
39	1000	640	360	64%	36%
40	1000	740	260	74%	26%
41	1000	520	480	52%	48%
42	1000	720	280	72%	28%
43	1000	500	500	50%	50%
44	1000	600	400	60%	40%
45	1000	700	300	70%	30%
46	1000	600	400	60%	40%
47	1000	500	500	50%	50%
48	1000	600	400	60%	40%
49	1000	600	400	60%	40%
50	1000	640	360	64%	36%
Promedio	1000	614,8	385,2	61%	39%

Anexo 2 Harneado de residuos de Corteza gruesa con residuos finales

N Muestra	Volumen cc muestra	Corteza gruesa	Residuos corteza gruesa	Corteza gruesa %	Residuos corteza gruesa %
1	1000	600	400	60%	40%
2	1000	480	520	48%	52%
3	1000	600	400	60%	40%
4	1000	680	320	68%	32%
5	1000	600	400	60%	40%
6	1000	700	300	70%	30%
7	1000	800	200	80%	20%
8	1000	500	500	50%	50%
9	1000	500	500	50%	50%
10	1000	400	600	40%	60%
11	1000	600	400	60%	40%
12	1000	480	520	48%	52%
13	1000	600	400	60%	40%
14	1000	680	320	68%	32%
15	1000	600	400	60%	40%
16	1000	700	300	70%	30%
17	1000	800	200	80%	20%
18	1000	500	500	50%	50%
19	1000	500	500	50%	50%
20	1000	400	600	40%	60%
21	1000	700	300	70%	30%
22	1000	800	200	80%	20%
23	1000	500	500	50%	50%
24	1000	500	500	50%	50%
25	1000	400	600	40%	60%
26	1000	600	400	60%	40%
27	1000	480	520	48%	52%
28	1000	600	400	60%	40%
29	1000	680	320	68%	32%
30	1000	600	400	60%	40%
31	1000	700	300	70%	30%
32	1000	800	200	80%	20%
33	1000	500	500	50%	50%
34	1000	500	500	50%	50%
35	1000	400	600	40%	60%
36	1000	700	300	70%	30%
37	1000	800	200	80%	20%
38	1000	500	500	50%	50%
39	1000	500	500	50%	50%
40	1000	400	600	40%	60%
41	1000	600	400	60%	40%
42	1000	480	520	48%	52%
43	1000	600	400	60%	40%
44	1000	680	320	68%	32%
45	1000	600	400	60%	40%
46	1000	700	300	70%	30%
47	1000	800	200	80%	20%
48	1000	500	500	50%	50%
49	1000	500	500	50%	50%
50	1000	400	600	40%	60%
Promedio	1000	584,8	415,2	58%	42%