



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Escuela de Ingeniería Industrial



“Máquina volteadora para la elaboración de fertilizante orgánico a través de guano de gallina”

AUTORA:

ROSTAGNO, Marianela.

Matrícula: 32861956

TUTOR:

ANTÓN, Fernando.

CÓRDOBA, OCTUBRE 2015

Dedicatoria

A mis padres, Stella y Alberto, por brindarme la posibilidad de emprenderme en este desafío, por su apoyo incondicional, estímulo y por creer en mí.
A mis hermanos, Leandro y Agustina, por su compañía y comprensión.

Agradecimientos

A la *Universidad Nacional de Córdoba* por brindarme la posibilidad de estudiar en esta prestigiosa institución.

A la *Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* por la formación académica adquirida.

A la *Escuela de Ingeniería Industrial* por el asesoramiento y ayuda recibida.

A mi *tutor* del Proyecto Integrador, *Fernando Antón*, por su predisposición, apoyo, por guiarme y brindarme herramientas necesarias para el desarrollo del trabajo.

A mis *padres, hermanos y abuelas* por su compañía y apoyo a lo largo de los años de estudio.

A mi *novio, Marcelo*, por acompañarme y darme fuerzas para lograr desarrollar el trabajo final y concluir mis estudios.

A *Claudio Cismondi* por brindarme la posibilidad de desarrollar el trabajo en su granja, por su predisposición, su tiempo e interés.

Y a todos aquellos *amigos, compañeros, familiares y profesores* que estuvieron apoyándome de una u otra forma y formaron parte de este camino recorrido en la facultad.

A TODOS...GRACIAS!!!

Índice

Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Índice	4
Lista de abreviaturas	7
Lista de símbolos	8
Lista de figuras	9
Lista de tablas	11
Abstract.....	12
Resumen.....	13
Objetivo.....	14
Hipótesis	15
1 Introducción.....	17
2 Descripción de sitio	
2.1 Características ambientales de la granja.....	21
2.2 Control de plagas, vectores y roedores	24
2.3 Habilitaciones e inscripciones	28
2.4 Sistema de gestión ambiental	29
2.5 Marco legal	31
3 Desarrollo teórico	
3.1 Compostaje.....	34
3.2 Proceso de compostaje.....	35
3.3 El pre compostaje	37
3.4 Compostaje aeróbico: fases y descripción general del proceso	37
3.5 Monitoreo durante el compostaje	41
3.6 Ventajas y desventajas del proceso de compostaje	46
3.7 Sistemas de compostaje	50
3.8 Técnicas de compostaje	51
3.9 Sistemas abiertos o en pilas	52
3.9.1 Diseño y operación de un sistema abierto o en pila de compostaje aeróbico.....	54

3.9.2 Manejo del sistema de compostaje en pila.....	57
3.9.3 Cálculos de área y volumen de una pila de compost	60
3.9.4 Tareas a realizar en la formación y manejo de una pila	62
3.9.4.1 Controles de temperatura, humedad y pH	65
3.9.4.2 Seguimiento a las tareas de campo.....	68
3.9.5 Posible impacto en la granja	68
3.10 Sistemas cerrados o en recipientes	68
3.10.1 Probable impacto en la granja	71
3.11 Proceso de refinación	72
4 Desarrollo del caso	
4.1 Elección del sistema de compostaje	75
4.2 Identificación del problema.....	75
4.3 Variables que intervienen en el proceso de volteo	75
4.4 Planteamiento de alternativas	76
4.5 Selección de alternativa	82
4.6 Calidad del compost: pruebas de comprobación.....	83
4.6.1 Primeras pruebas de comprobaciones prácticas y sencillas	84
4.6.2 Características químicas del compost.....	85
4.6.3 Principales características biológicas.....	86
4.6.4 Categorías de calidad de compost.....	87
5 Máquina volteadora de compost	
5.1 Material a compostar.....	90
5.2 Análisis de costos	90
5.2.1 Costos de materiales y piezas	90
5.2.2 Alternativas de mercado	92
5.2.3 Definición de la mejor opción	93
5.3 Características de máquina volteadora	93
5.3.1 Rotor, paletas y soportes de paletas.....	93
5.3.2 Planos de piezas importantes	94
5.3.2.1 Plano de rolo	95
5.3.2.2 Plano paletas.....	95
5.3.2.3 Plano soportes centrales de paletas	96
5.3.2.4 Plano soportes laterales de paletas	96
5.3.2.5 Plano eje de tracción	97

5.3.2.6 Plano conjunto rolo	97
5.3.3 Planos generales de máquina volteadora de compost	98
5.3.3.1 Vista isométrica	98
5.3.3.2 Vista frontal y lateral derecha	98
5.3.3.3 Vista frontal, lateral izquierda y detalles de conexión de rolo	99
5.3.3.4 Vista superior.....	100
5.3.3.5 Vista trasera	100
5.4 Generalidades.....	101
6 Desarrollo práctico	
6.1 Cronograma de tareas	104
6.2 Condiciones iniciales.....	106
6.3 Dimensiones de pila.....	106
6.4 Resumen cantidad de lluvia caída por mes.....	107
6.5 Mediciones de temperatura y humedad	108
6.6 Usos – Aplicaciones.....	113
6.7 Resultados finales.....	114
6.7.1 Análisis final de costos.....	114
6.7.2 Calidad de compost obtenido.....	116
6.7.3 Evaluación general de presencia de moscas en galpones	116
6.7.3.1 Datos relevados en la granja	118
6.7.3.2 Disposición final del compost.....	121
6.7.4 Sugerencias de mejora en la práctica del proceso de compostaje	122
6.7.5 Propuesta de plan de negocio	123
6.7.5.1 Historial de trabajo.....	123
6.7.5.2 Equipo de trabajo	123
6.7.5.3 Producto final.....	124
7 Conclusiones.....	134
Glosario.....	136
Anexo.....	142
Referencia bibliográfica.....	169
Referencia normativa	171

Lista de abreviaturas

C: Carbono.

CO₂: Dióxido de carbono.

C/N: Relación carbono nitrógeno.

CH₄: Metano.

CO: Monóxido de carbono o Anhídrido de carbono.

COT: Carbono Orgánico Total.

H₂S: Sulfuro de hidrógeno o Ácido sulfhídrico.

HNO₃: Ácido nítrico.

IG: Índice de Germinación.

K: Potasio.

N: Nitrógeno.

NT: Nitrógeno Total.

O₂: Oxígeno.

P: Fósforo.

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

T_c: Tiempo de compostaje.

U_c: Unidad de compostaje.

Lista de símbolos

δ : Densidad

V: volumen

m: masa

A: área

Lista de figuras

Figura 1 – Localización de granja “El Callejón”	17
Figura 2 – Vista aérea de granja “El Callejón”	17
Figura 3 - Galpones de Granja “El Callejón”	18
Figura 4 - Guano de gallina	19
Figura 5 - Distancia entre la granja y sitios cercanos	21
Figura 6 - Ciclo biológico de la mosca	25
Figura 7 - Tramperos ecológicos	26
Figura 8 - Avispas nuscidifurax raptor	27
Figura 9 - Proceso de compostaje	36
Figura 10 - Hongos de fase mesófila II	39
Figura 11 - Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje.....	40
Figura 12 - Sistemas de compostajes comunes	50
Figura 13 - Ejemplo de pilas de compostaje	52
Figura 14 - Sistema de aireación forzada	53
Figura 15 - Sistema de recolección de lixiviados	53
Figura 16 - Volteo mecanizado.....	53
Figura 17 - Diseño de pila	55
Figura 18 - Esquema de una distribución de pilas posible	57
Figura 19 - Control de aireación y riego por temperatura	59
Figura 20 - Calculadora de la relación C/N.....	64
Figura 21 - Modalidades de volteo según número de pilas.....	65
Figura 22 - Planilla de control del proceso.....	66
Figura 23 - Tamiz usado en las labores de cernido	67
Figura 24 - Planilla de seguimiento de labores de compostaje	68
Figura 25 - Tipos de recipientes usados como compostera.....	69
Figura 26 - Compostera vertical o continua	70
Figura 27 - Compostera horizontal o discontinua	71
Figura 28 - Pala Mecánica.....	77
Figura 29 - Elevadora de compost.....	79
Figura 30 - Volteadora de compost	81

Lista de figuras

Figura 31 - Compost maduro.....	85
Figura 32 - Volteadora Agaris 2.20.....	92
Figura 33 - Eje rotor en 3D.....	94
Figura 34 - Máquina volteadora en posición de trabajo.....	101
Figura 35 - Máquina volteadora a 45°.....	102
Figura 36 - Máquina volteadora en posición de traslado.....	102
Figura 37 - Zona de pilas de compostaje.....	107
Figura 38 - Control de temperatura.....	110
Figura 39 - Termómetro.....	110
Figura 40 - Pilas de compostaje.....	111
Figura 41 - Máquina volteadora en granja.....	112
Figura 42 - Gráfico estimación de moscas.....	120
Figura 43 - Tarjetas rayadas utilizadas para estimación de moscas.....	121
Figura 44 - Bolsa de compost.....	121
Figura 45 - Resultado final.....	122
Figura 46 - Gráfico de análisis de sensibilidad.....	131

Lista de tablas

Tabla 1 - Condiciones y rangos del proceso de compostaje	36
Tabla 2 - Control de la aireación	42
Tabla 3 - Parámetros de humedad óptimos.....	43
Tabla 4 - Parámetros de temperatura óptimos	44
Tabla 5 - Parámetros de pH óptimos	45
Tabla 6 - Parámetros de la relación C/N.....	45
Tabla 7 - Control de tamaño de partículas.....	47
Tabla 8 - Relación C/N de algunos materiales usados en el compostaje	63
Tabla 9 - Ventajas y desventajas de cada sistema cerrado en compost.....	71
Tabla 10 - Comparación de alternativas	83
Tabla 11 - Costo de piezas.....	91
Tabla 12 - Costo de materiales	91
Tabla 13 - Cronograma de tareas.....	105
Tabla 14 - Lluvia caída por mes	107
Tabla 15 - Mediciones de temperatura, humedad y observaciones del proceso	109
Tabla 16 - Costos finales.....	115
Tabla 17 - Estimación de moscas por galpones por semanas.....	118
Tabla 18 - Flujo de fondo escenario pesimista	128
Tabla 19 - Flujo de fondo escenario esperado	129
Tabla 20 - Flujo de fondo escenario optimista	130

Abstract

A farm has an important number of chickens, that produce big quantity of manure from chicken, which if not treated properly can cause negative effects such as environmental degradation, proliferation of flies and transmission of diseases that can affect human and animal health. Because of this I suggest, different options to reduce these negative impacts with the production of compost (natural organic fertilizer).

This paper it show you a simple process to obtain good quality compost without polluting the environment. The alternative is an aerobic process in which bacteria require oxygen to generate work.

The project consists, first of all in the theory of the method of turning of a pile of compost, this is a mass of organic waste (containing manure from chicken mixed with sawdust of pine and dry grass) what it presents a form and certain dimensions, which is processed with a rotation method to aerate. Also are variables that influence in the process, such as: ratio carbon-nitrogen (C/N), pH, humidity, temperature, aeration, among others.

In addition, you can determine how to control properly each of them, and how to keep them within the recommended ranges to get a good quality final product.

In another chapter I proceed to analyze different alternatives of Turners machines, to define the design, cost, size, advantages and disadvantages; and decide the most appropriate option. In turn, I will evaluate the appropriateness of construct or buy the machine.

Finally I will do a pilot test of the composting piles on a farm. I will show you the results, and will do a theoretical and practical comparison, to obtain the final conclusions.

Resumen

Una granja cuenta con una cantidad importante de gallinas que producen grandes volúmenes de guano, el cual si no es tratado adecuadamente puede causar efectos negativos, tales como: degradación ambiental, proliferación de moscas, transmisión de enfermedades que perjudican la salud humana y animal. Debido a esto se sugiere, dentro de las diferentes opciones que hay para reducir dichos impactos negativos, la producción de compost (abono orgánico natural).

En el presente trabajo se muestra un procedimiento sencillo para obtener buena calidad de compost sin contaminar el ambiente. La alternativa es un proceso aeróbico en el cual se generan bacterias que necesitan oxígeno para trabajar.

El desarrollo del proyecto consiste, primero en la teoría del método de volteo de una pila de compostaje, esto es, una masa de residuos orgánicos (guano de gallina mezclado con aserrín de pino y césped seco) que presenta una forma y dimensiones determinadas, la cual se procesa con un método de rotación para airear y homogeneizar. También se presentan las variables que influyen en el proceso: relación Carbono-Nitrógeno (C/N), pH, humedad, temperatura, aireación, entre otros. Además se determina cómo controlar adecuadamente cada una de ellas, cómo mantenerlas dentro de los rangos recomendados para poder obtener un producto final de buena calidad.

En otro capítulo se procede a analizar distintas alternativas de máquinas volteadoras, con el fin de estimar diseño, costos, tamaño, ventajas y desventajas; decidiendo luego la opción más adecuada. A su vez se evalúa la conveniencia de construir la máquina elegida o bien comprarla y se hace un desarrollo de la elección.

Por último se procede a realizar una prueba piloto de las pilas de compostaje en una granja. Se muestran los resultados, se realizan comparaciones teórico-práctico, las cuales permiten obtener las conclusiones finales.

Objetivos

Objetivo general:

Proponer al dueño de una granja una alternativa útil y rentable para el manejo sustentable del guano, desde el punto de vista ambiental y económico, que permita convertir un desecho patógeno (guano de gallina) en no patógeno.

Objetivos específicos:

- ♦ Convertir un residuo agrícola en un subproducto al cual se le da valor agregado.
- ♦ Describir los procesos de compostaje adecuados para el manejo y disposición final del residuo avícola.
- ♦ Construir o comprar una máquina volteadora para elaborar fertilizante orgánico (compost) de calidad a partir de guano de gallina a través del método de compostaje.

Hipótesis

Al tener un proceso de compostaje controlado se logra por un lado convertir un residuo patógeno en no patógeno ya que se impiden o eliminan todas las bacterias, larvas que crecen en el guano sin tratar. Por otro lado considerar al guano como un subproducto y no como residuo, esto se debe a que por el proceso antes mencionado se obtiene abono natural de calidad que será comercializado a viveros, campos con plantaciones frutales, persona particular, entre otros.

Definir la calidad de un producto es difícil y muy subjetivo porque está relacionada con la aptitud del mismo para ser utilizado, en este caso los requerimientos de calidad están dirigidos a conseguir aspecto y olor aceptable, higienización correcta y muy bajo nivel de impurezas (material inicial sin descomponer).

Por otra parte, la compra o construcción de una máquina volteadora de compost permite acelerar el proceso de descomposición y controlar temperatura, olor, humedad y tiempo del proceso de compostaje de residuos orgánicos.

“El éxito es aprender a ir de fracaso en fracaso sin
desesperarse”
(Winston Churchill)

1 Introducción

El proyecto se lleva a cabo en una granja localizada en el Departamento Tercero Arriba, Pedanía El Salto Río Tercero de la Provincia de Córdoba (figura 1), ubicada en Ruta Provincial N° 6, kilómetro 6, entre las ciudades de Río Tercero y Almafuerite (figura 2), (Coordenadas Geográficas: 32° 10' 41.27" S, 64° 10' 32.07" W) cuya actividad principal es la producción y comercialización de huevos para el mercado local.

Figura 1 – Localización de granja “El Callejón”

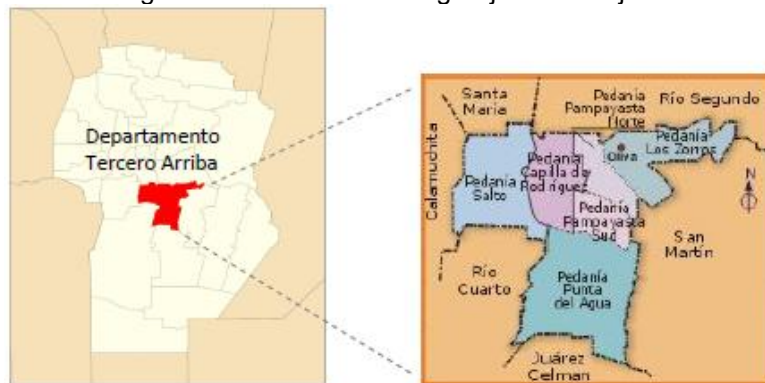


Figura 2 - Vista aérea de granja “El Callejón”



La granja comenzó a funcionar en el año 1974 y su inicio fue con un galpón de 6000 gallinas, al poco tiempo se construyeron 2 galpones más, finalizando de esta forma la primera etapa. En el año 2000 se instaló un galpón con capacidad para 10 mil gallinas, estas instalaciones son las que se encuentran en funcionamiento (figura 3).



Figura 3 - Galpones de Granja "El Callejón"

En la actualidad se cuenta con 20 mil gallinas, que se renuevan en ciclos de 18 meses. Estas generan 2000 kg de guano húmedo por día, el cual es retirado de los galpones, tratado como residuo común, sin tratamiento previo, para posteriormente llevarlo a un campo vecino.



Figura 4 - Guano de gallinas

La cantidad de guano que se genera (figura 4) viene ocasionando, desde hace un tiempo, una complicación para el dueño de la granja, ya que el **no** tratamiento al guano trae diversos problemas, tales como:

- Malas condiciones de higiene de trabajo;
- Proliferación de plagas como insectos y roedores, lo que causa enfermedad en las aves, además de quejas y denuncias por parte de vecinos.
- Se incumple con la normativa vigente de tratamiento de residuos industriales, patógenos y/o especiales (Resolución 106/2013 – Art. N° 5, SENASA; Resolución 1333/2005 – Art. N° 9, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga).

Hoy en día existe una tendencia a reutilizar los desechos orgánicos, es por eso que se ha encontrado en el guano una nueva unidad de negocio dentro de la industria de la avicultura, el mismo es tratado como un sub producto a través de la generación de compost.

La práctica del compostaje deriva del antiguo y tradicional cúmulo de residuos en el medio rural, que se generaba en las tareas de limpieza y mantenimiento de viviendas e instalaciones. Los desechos de las actividades de granja, agropecuarias

y domiciliarias se acopiaban por un tiempo a la intemperie con el objetivo de que redujeran su tamaño para luego ser esparcidos empleándolos como abonos.

El compost es el resultado de un proceso biológico y se considera un abono orgánico rico en nutrientes que se utiliza para mejorar la calidad de los suelos. En la naturaleza se produce de forma lenta pero continua el recambio cíclico de la materia y en términos generales a esta serie de procesos se le denomina mineralización. Cuando se propone poner en marcha una técnica de compostaje, no se está más que tratando de reproducir en forma parcial y a escala los procesos de la mineralización de la naturaleza.

Un procedimiento muy importante en la generación del compost es la rotación de la pila de guano y fibra, lo que se conoce como “volteo”, el cual controla algunas variables importantes, tales como temperatura, humedad, olores y porosidad, que influyen en la calidad del abono.

La cría de gallinas origina grandes volúmenes de guano que se depositan en el suelo produciendo olor desagradable. El guano fresco contiene sulfuro de hidrógeno (H_2S) y otros compuestos orgánicos que pueden causar problemas a quienes habitan cerca de las granjas avícolas. La sensación de suciedad que se presenta en estos lugares, como así también la degradación ambiental del entorno puede ser un foco de transmisión de enfermedades.

Debido a la necesidad de dar una solución a los problemas que ocasiona la acumulación de guano de gallina, se propone utilizar este desecho para producir compost. Además se brindarán alternativas sencillas para volteos ya que las maquinarias ofrecidas por el mercado son muy costosas y de grandes dimensiones, (considerando las características que se presentan en la práctica).

Este proyecto presenta el diseño de una máquina volteadora de compost utilizando adecuada tecnología y fácil de fabricar. Además se le da valor agregado al residuo orgánico y se disminuye el impacto ambiental negativo que puede ocasionar en caso de no ser tratado.

2 Descripción de sitio

Para una mejor comprensión de los impactos que pudiera llegar a ocasionar el desempeño de este tipo de proyecto en el medio ambiente, es necesario realizar una caracterización del medio físico del ambiente en donde la granja se encuentra localizada.

El objeto del presente capítulo es proveer un panorama general de los aspectos físicos y ambientales, los distintos sistemas de control y acciones que se llevan a cabo en la granja “El Callejón” como así también un listado de las normativas que cumple.

2.1 Características ambientales de la granja

La granja “El Callejón” se encuentra en zona rural de la localidad de Almafuerde (ver figura 1 y 2). La ciudad de Rio Tercero es la zona urbana más próxima de la granja ubicada al NE a 1400 m en línea recta obtenida de la imagen satelital. Hacia el SE, a 290 m del establecimiento, se encuentra la Escuela Primaria Rural Yapeyú y la vivienda más próxima. Se adjunta relevamiento imagen satelital (figura 5).

Figura 5 – Distancia entre la granja y sitios cercanos



Se aprecia que en sus alrededores además de otros campos (ver figura 2), de los cuales uno se dedica al criadero de cerdos (a 1000 metros, atrás de la granja). En sus inmediaciones se ubica hotel alojamiento Bunker Suites y hotel Apart Tres, ambos hoteles están situados en frente de la granja, sobre la ruta a unos 500 metros.

Superficie, suelo y relieve

El establecimiento posee una superficie de aproximadamente 4,5 hectáreas, con un suelo llano en toda su área, sin ningún tipo de desnivel.

La pedanía El Salto, en general tiene buenos suelos, castaños, sin tosca cercana, bien desarrollados con 2 o 3 % de materia orgánica, con ligeros problemas de encharcamiento que se hacen más notables hacia el límite oriental, donde pueden pasar a suelos hidromórficos, mientras que en el extremo occidental se debilita la evolución, disminuyendo la profundidad del perfil y haciéndose ligeramente excesivo el drenaje superficial, lo que trae como consecuencia un ligero incremento del riesgo de erosión hídrica.

La granja cuenta con autorización y habilitación de uso de suelo, (ver páginas 143 y 144) el certificado otorgado por la comunidad regional Tercero Arriba)

La región de la pedanía, en general, presenta un relieve plano, con baja pendiente hacia el este (de 2 hasta 0,25 m). En el oeste, se encuentran las zonas más altas, llegando a los 500 m, y en el este, descienden a los 250 m, llegando en el ángulo sudoriental a los 200 m (s.n.m.)

Forma parte de la llamada plataforma basculada (Vázquez, J.B. et. al.) adosada a la Sierra Chica del Sur (Cumbres Chicas, Sierra de los Cóndores y de Las Peñas) cuyos piedemontes alcanzan al extremo oeste del departamento.

En el sector norte el relieve está cortado por el cauce del río Tercero o Ctalamochita, cuyas divagaciones han formado una amplia llanura aluvial, con depósitos arenosos, que luego han sido casi totalmente cubiertos por una capa de limos loésicos.

En el extremo sur y suroriental se destacan pequeñas áreas de anegamiento, al sur de Hernando y en los alrededores de Dalmacio Vélez.

La escasa hidrografía se completa con el tramo final del arroyo Tegua, de funcionamiento esporádico, que penetra desde el sudoeste, y el pequeño arroyo de Los Zorros, en el ángulo nororiental del territorio. En el extremo oeste el dique Piedras Moras embalsa las aguas del río Ctalamochita con fines de abastecimiento de agua potable, riego, atenuación de crecidas y generación de energía.

El río Tercero o Ctalamochita se encuentra en línea recta a 2 kilómetros de distancia de la granja Avícola “El Callejón”. Dicho establecimiento no genera ningún tipo de riesgo para este curso de agua.

Vientos

Los vientos predominan de norte a sur, esto indica que generalmente, cualquier olor que pueda producirse en días de mucha humedad y calor no afectaría a los hoteles antes mencionados.

Napas de agua y energía eléctrica

En cuanto a las napas de agua, el establecimiento cuenta con el permiso de la subsecretaría de Recursos Hídricos de la provincia de Córdoba (ver cédula de notificación en páginas 145 y 146) para explotar la perforación de agua. Se realizaron excavaciones a 40 metros de profundidad para uso tanto agroindustrial como para consumo humano. La primera napa de agua se encuentra a 35 metros de profundidad.

A su vez cuenta con la factibilidad del suministro de Energía Eléctrica otorgada por la cooperativa de Obras y Servicios Públicos Limitada de Río Tercero.

La zona no cuenta con sistemas cloacales.

Para desarrollar su actividad avícola, la granja cuenta con la habilitación para tal fin, el certificado correspondiente se adjunta en la página 142.

2.2 Control de plagas, vectores y roedores

Se realizan variados trabajos para el control de plagas, vectores y roedores, los cuales también influyen en el manejo del guano. A continuación se presentan las medidas que hasta la actualidad se llevan a cabo.

Acciones principales:

- Mantenimiento seco del guano de gallinas (pilas de heces) de las jaulas para evitar el desarrollo de larvas que requieren de humedad.
- Agregado de cal viva en las heces fecales donde se detecte foco de crecimiento de larvas de mosca.
- Agregado de Larvadex 1% Premix en el alimento.
- Liberación de microhymenópteros (avispa) para el control de pupas de moscas. En los últimos dos días del ciclo de quince días de las avispas (se liberan cada quince días) se debe realizar un control de adultos en los exteriores de los galpones para reducir la población a través de pulverizaciones con moto mochilas con piretroides.
- Colocación localizada de cebo adulticida (azametifos+tricosene).
- Mantener libre de malezas los exteriores de galpones.
- Evitar encharcamiento en los exteriores (rellenado de pozos).
- Sellar goteras en los techos de los galpones para evitar ingreso de agua de lluvia y el consiguiente mojado del guano de gallina.

Programa integrado de control de moscas:

El programa de control de mosca consiste en la integración de productos que se enfrentan con diferentes estadios del ciclo biológico de la mosca con varias técnicas culturales y biológicas que reducen la cantidad de tratamiento químico necesario para alcanzar desde el primer momento un control efectivo.

El control integrado de mosca no solamente se traduce en una mayor relación costo-beneficio, sino que también ayuda a prevenir la resistencia de los insectos y la acumulación de residuos insecticidas en los tejidos animales; dos factores cada vez más importantes que los productores deben afrontar hoy en día.

Para conocer como atacar al insecto plaga es fundamental conocer su ciclo biológico (figura 6).

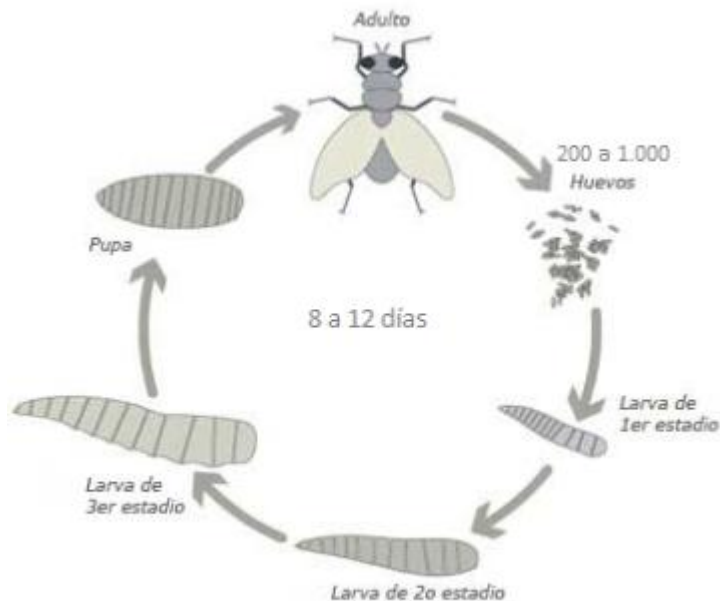


Figura 6 – Ciclo biológico de la mosca

Las moscas presentan una metamorfosis completa, es decir, su ciclo biológico consiste en los siguientes estadios: huevo, larva, pupa y adulto.

La larva muda dos veces, de modo que hay tres fases larvarias, siendo cada una de ellas de mayor tamaño que la precedente.

Métodos culturales:

El control cultural de las moscas consiste básicamente en alterar desfavorablemente las condiciones ambientales en las que ellas se producen, tales como temperatura, humedad del medio de cría y humedad relativa para que no se desarrollen. En esencia esto significa una gestión apropiada del estiércol, alimentos e instalaciones.

Se plantean dos métodos de manejo de guano:

- 1) Extraer semanalmente el estiércol y trasladarlo a un campo vecino para su incorporación en el suelo (método utilizado actualmente).
- 2) Formar conos de guano seco debajo de las jaulas y retirarlo dos veces al año.

Plan de control de moscas:

En función a las instalaciones, manejo y características del establecimiento avícola se desarrollan las siguientes tareas:

- a) Control de mosca adulta

- ♦ Tramperos ecológicos con cebos atractivos para su captura (figura 7).
- ♦ Utilización de cebos formulados como granulados o pinturas.
- ♦ En caso de ser extremadamente necesario se utiliza insecticida de volteo de baja toxicidad (banda verde), se aplica por fuera de los galpones.



Figura 7 - Tramperos ecológicos

b) Control de larvas

- ♦ Aplicación de cal viva en los posibles focos larvarios o remoción mediante pala y carretilla.
- ♦ En fosas saturadas de agua (medio desfavorable para el desarrollo de larvas), se extrae el líquido fecal con bomba estiercolera.

c) Control de pupas

- ♦ Liberación de microhymenópteros muscidifurax raptor (avispa) para controlar pupas y disminuir el número de nacimientos de adultos.

Fomento de insectos benéficos:

A los insectos benéficos se los debe ver como aliados que trabajan las 24 horas del día, los siete días de la semana, en controlar estados jóvenes de las moscas y en secar el guano.

Los insectos benéficos pueden agruparse en tres grupos principales: 1- escarabajos estercoleros, 2- ácaros predadores y 3- avispa (parasitoides de pupas).

La acción de estos benéficos es muy subestimada por no verse su accionar y por no distinguir su acción continua en el tiempo. En condiciones de estabilidad pasan a convertirse en uno de los pilares del control de moscas.

Los escarabajos estercoleros son varias especies de coleópteros que comen, como parte de su dieta, huevos y larvas del primer estadio de moscas. Cavan galerías por todo el guano secándolo y reduciendo marcadamente las emanaciones de amoníaco. Tienen un ciclo de vida de hasta 8 semanas.

Los ácaros predadores comen principalmente huevos de moscas y tienen un ciclo de vida de 2 semanas como mucho.

La población de escarabajos y ácaros no dependen para su incremento de la población de moscas, ya que se reproducen independientemente de ellas en el guano. El tipo de control biológico que se lleva a cabo en estos casos es lo que se denomina de “conservación”, que consiste en preservar material parental cuando se saca el guano.

Las avispas que incluyen a varias especies entre las que se destacan las *Muscidifurax raptor* (figura 8) viven en su estado adulto succionando pupas y el estado larval, alimentándose dentro de las pupas de mosca durante 3 semanas.

Estas sólo se reproducen dentro de las pupas de moscas, por sus atributos biológicos sólo pueden parasitar en condiciones naturales entre el 3 y 5% de la población de pupas independientemente de su cantidad. Debido a esto, el control biológico en este caso se llama “inductivo”, consiste en liberar, cada 15 días, avispas criadas en laboratorios especializados durante toda la temporada estival a fin de llevar el porcentaje de parasitación del 5% al 70 o 90%.



Figura 8 – Avispas *Muscidifurax raptor*

La única estrategia, disponible hoy, para eliminar las pupas es con las avispas, lo que implicará que la población de moscas que nacen sea menor y con ello, menores las tareas de controles culturales.

Manejo del guano:

Se procede a la limpieza y posterior recolección del guano dos o más veces al año o cuando el cono de guano este muy próximo a la base de la jaula (desconado del guano) para su posterior incorporación en el suelo de un campo vecino. Se carga en un contenedor, con pala y carretilla, para su posterior traslado.

Medidas culturales complementarias:

Además de las acciones que se mencionaron anteriormente, se realiza:

- ♦ Eliminar las aves muertas diariamente con el método autorizado por la municipalidad.
- ♦ Mantener el césped corto.
- ♦ Asegurar las ausencias de charcos, barro, canales o acumulación de agua o algún tipo de afluyente.
- ♦ Mantener las mínimas condiciones de prolijidad generales.
- ♦ Realizar mensualmente un tratamiento de desinfección.
- ♦ Evitar derramar alimento balanceado o cereales, son una fuente de multiplicación de larvas, por lo que debe mantenerse limpias las adyacencias de silos, tolvas u otros lugares donde se maneje cereal o balanceado.
- ♦ No tirar los huevos rotos a la pila de guano o en el piso, ya que potencian la actividad larvaria. Deben disponerse en recipientes para tal fin.

2.3 Habilitaciones e inscripciones

El establecimiento avícola cuenta con habilitación de SENASA para el traslado de camas, constancias y emisiones de Director Técnico. También cuenta con un veterinario responsable de la granja y encargado de firmar los remitidos emitidos para cada traslado que se realiza.

A su vez presenta la inscripción en “Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal” (SICSA) de acuerdo a la ley de regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal N° 9306.

2.4 Sistema de gestión ambiental

De acuerdo a lo establecido en la ley de política ambiental N° 10208 se presenta el siguiente sistema de gestión ambiental:

- Medidas de minimización o mitigación: se contemplan todos los manejos y medidas de control necesarias ante acciones impactantes. Sin embargo, cuando el efecto adverso se presenta en el ambiente, aún bajo las técnicas aplicadas, sin posibilidad de eliminarlo, se implementan medidas que tiendan a disminuir sus efectos.

- Manejo y control de olores ofensivos: considerando que la fuente de malos olores puede ser la mala gestión de la mortalidad de aves y la humedad en las camas del establecimiento, se establece que las medidas de control y mitigación son las siguientes:
 - ~ Mantener permanentemente la tapa de la fosa sanitaria cerrada, únicamente se abrirá para realizar las disposiciones.
 - ~ Capacitar al personal para que aplique el procedimiento del punto anterior.
 - ~ Ante la presencia de humedad en las camas aplicar volteo de las mismas y aplicar cal viva o molida, a fin de evitar malos olores.
 - ~ Mantener impermeables los galpones, evitando filtraciones hacia el interior.
 - ~ Sembrar especias aromáticas.

- Manejo y control de moscas y roedores: la presencia de moscas y roedores tiene un impacto ambiental negativo, afectando la salud de los empleados y cuidadores de la granja por transmisión de enfermedades.
Las causas que lo pueden generar en el manejo inadecuado de residuos agrícolas, industriales y domiciliarios.

Se utilizan dos métodos que forman parte del programa Manejo Integral de Moscas (MIM), estos se detallan a continuación:

A- Control químico: se realiza un tratamiento mensual de desinfección, el cual está a cargo del Ingeniero Agrónomo Edgar Baisre. Los productos utilizados en el método son: ASI NET (Beta-Cipermetrina), DEPE (Permetrina), AGITA 10 WG (Thiamethoxam), STORM SECURE (Flucoumafen) y LARVADEX 1% PREMIX (Cyromazine). Todos los compuestos poseen su correspondiente ficha técnica y hojas de seguridad.

B- Control biológico: se lleva a cabo por la Ingeniera Agrónoma Carola Ferrans, el cual consiste en la utilización de avispas Muscidifurax Raptor.

- Manejo de residuos sólidos: los residuos sólidos generados se colocan en un contenedor para tal fin, en la entrada del predio, el cual posee tapa y son retirados dos veces por semana por empresa recolectora de residuos para su correspondiente disposición final en vertedero controlado.
- Acondicionar galpones y tomar medidas adecuadas a los fines de evitar filtraciones de agua hacia el interior: se realizan tareas de mantenimiento en techos de los galpones.
- Mantener césped corto: se realiza constantemente el corte de malezas en el predio.

2.5 Marco legal

La dinámica del marco legal en todos y cada uno de los aspectos de la empresa, generalmente sobrepasan las capacidades de la propia organización en relevar todas las nuevas obligaciones. Ello repercute en las decisiones a largo plazo, ya que, procesos planificados pueden llegar a estar en carencia legal por promulgaciones recientes.

Por este motivo se procede a listar la normativa de aplicación al rubro de la avícola “El Callejón” tanto a nivel Nacional, como Provincial y Municipal.

A continuación se realiza un listado de las normas que aplican y debe cumplir la granja. En el anexo (desde página 156) se muestra una tabla que contiene la temática, un breve resumen y los requisitos u obligaciones de cada una de las normas citadas.

Legislación Internacional

- 4 Resolución 1333/2005. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

Legislación Nacional

- 4 Ley de Presupuestos mínimos N° 25.675
- 4 Ley de Presupuestos mínimos N° 25.688
- 4 Ley N° 20.284 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación - Resolución N° 302
- 4 Resolución SENASA N° 542
- 4 Resolución SENASA N° 243
- 4 Resolución SENASA N° 106
- 4 Ley N° 24.051
- 4 Ley de Presupuestos mínimos N° 25.916
- 4 Ley de Higiene y Seguridad Laboral N° 19.587 - Decreto 617/97 Agro

Legislación provincia de Córdoba

- 4 Ley N° 9.306

- 4. Ley N° 10.208
- 4. Decreto N° 247
- 4. Decreto N° 248
- 4. Ley N° 7.343
- 4. Decreto N° 415
- 4. Ley N° 5.589
- 4. Ley Provincial de Gestión de residuos Sólidos Urbanos y asimilables N° 9088
- Decreto 381
- 4. Ley de Residuos Peligrosos N° 8973 - Decreto 2149

La granja avícola “El Callejón” presenta la particularidad de ubicarse en una zona gris. En ese sector se ubica el límite legal entre las jurisdicciones dos localidades, a pesar de que cuenta con la habilitación municipal y habilitación de negocios de Almafuerite por encontrarse dentro de su ejido municipal, en el límite con Río Tercero.

Se considera pertinente tener presente las normativas de aplicación de dichos municipios.

Legislación municipal de Río Tercero

- 4. Decreto N° 615
- 4. Ordenanza Ambiente N° 241

Legislación municipal de Almafuerite

- 4. Carta Orgánica Municipal Almafuerite - Artículo 40
- 4. Carta Orgánica Municipal Almafuerite - Artículo 25

“Nunca consideres el estudio como una obligación,
sino como la oportunidad para penetrar en el bello
y maravilloso mundo del saber.”
(Albert Einstein)

3 Desarrollo teórico

3.1 Compostaje

En términos generales el compostaje se puede definir como una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica, la cual es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición. La consecuencia final de estas actividades vitales es la transformación de los materiales orgánicos originales en otras formas químicas. Los productos finales de esta degradación dependerán de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos que hayan intervenido (PRAVIA, M.A., SZTERN, D., 2013). Es por estas razones, que los controles que se puedan ejercer, siempre estarán enfocados a favorecer el predominio de determinados metabolismos y en consecuencia a determinados grupos fisiológicos.

En una pila de material en compostaje, si bien se dan procesos de fermentación en determinadas etapas y bajo ciertas condiciones, lo deseable es que prevalezcan los metabolismos respiratorios de tipo aerobio, tratando de minimizar los procesos fermentativos y las respiraciones anaerobias, ya que los productos finales de este tipo de metabolismo no son adecuados para su aplicación agronómica y conducen a la pérdida de nutrientes.

La utilización de un material que no haya finalizado correctamente el proceso de compostaje (ROMAN, P., et al. 2013) puede acarrear riesgos como:

- **Fitotoxicidad:** el nitrógeno está más en forma de amonio en lugar de nitrato. Un material sin terminar de compostar contiene compuestos químicos inestables como ácidos orgánicos que resultan tóxicos para las semillas y plantas.
- **Bloqueo biológico del nitrógeno (hambre de nitrógeno):** ocurre en materiales que no han llegado a una relación C/N equilibrada, y que tienen material mucho más rico en carbono que en nitrógeno.

- **Reducción de oxígeno radicular:** cuando se aplica al suelo un material que aún está en fase de descomposición, los microorganismos utilizarán el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso, agotándolo y no dejándolo disponible para las plantas.
- **Exceso de amonio y nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua:** un material con exceso de nitrógeno en forma de amonio, tiende a perderlo por infiltración en el suelo o volatilización, y contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Igualmente, puede ser extraído por las plantas de cultivo, generando una acumulación excesiva de nitratos, con consecuencias negativas sobre la calidad del fruto y la salud humana.

Lo importante no es biodegradar, sino poder conducir esta biodegradación por rutas metabólicas, que permitan la obtención de un producto final lo más apropiado posible, en el menor tiempo posible. El éxito de un proceso de compostaje, dependerá entonces del manejo de la pila de compost como un medio de cultivo.

3.2 Proceso de compostaje

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar, de una manera segura, los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. Es como una oxidación biológica de residuos orgánicos biodegradables que ocurre bajo condiciones controladas de humedad, temperatura, pH, relación C/N y oxidación.

Los microorganismos presentes en el proceso (bacterias, hongos y actinomicetos) utilizan el carbono y nitrógeno disponibles en los residuos orgánicos, liberando energía calorífica como producto de la actividad metabólica, produciéndose además agua, anhídrido carbónico y sales minerales, debido a una serie de reacciones bioquímicas.

El compostaje es más rápido cuando las condiciones que aumentan el crecimiento de los microorganismos son mantenidas. En la tabla 1, presentada a continuación, se muestran las condiciones más importantes que se deben tener en cuenta en el proceso de compostaje:

3 Desarrollo teórico

Tabla 1: Condiciones y rangos del proceso de compostaje

CONDICIÓN	RANGO RAZONABLE	RANGO PREFERIDO
Relación C/N	20:1 – 40:1	20:1 – 30:1
Contenido de Humedad	40 – 65 %	50 – 60 %
Concentración de Oxígeno	Más de 5%	Mucho más de 5%
Tamaño de partículas	3 – 13 mm	2 – 5 mm
pH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Temperatura	45 – 65°C	55 – 60°C

Fuente: MONTERO AVENDAÑO, J.E. 2006

Este proceso es complejo y dinámico, se caracteriza por dividirse en cuatro etapas de acuerdo a los cambios de temperatura, estas son: etapa mesófila (10 – 40°C), etapa termófila (40 – 70°C), etapa de enfriamiento y, por último, etapa de maduración.

El compostaje transforma los residuos orgánicos en un abono orgánico. Este fertilizante (compost) contiene nutrientes y sustancias capaces de mantener la sanidad de las plantas y el buen estado del suelo, ayudando a retener la humedad y mantener una adecuada porosidad con él.

Durante el compostaje, los microorganismos consumen oxígeno (O₂) mientras consumen materia orgánica (MONTERO AVENDAÑO, J.E., 2006). Activamente el compostaje genera considerables cantidades de calor, y gran cantidad de dióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua liberándolo al medio ambiente (figura 9).

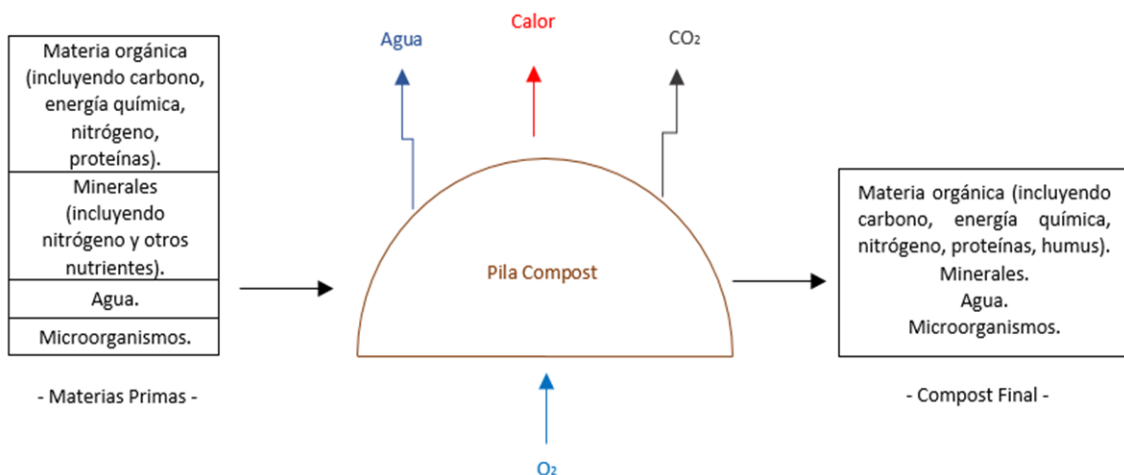


Figura 9 – Proceso de Compostaje

3.3 El pre compostaje

Se denomina pre compostaje, a todos aquellos procedimientos que se realizan antes de la conformación de las pilas y tienen como objetivo acondicionar la masa de residuos para optimizar el proceso.

3.4 Compostaje aeróbico: fases y descripción general del proceso.

Se caracteriza por el predominio de los metabolismos respiratorios aerobios y por la alternancia de etapas mesotérmicas (10-40°C) con etapas termogénicas (40-75°C), y con la participación de microorganismos mesófilos y termófilos respectivamente (figura 11). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas.

Las elevadas temperaturas alcanzadas, son consecuencia de la relación superficie/volumen de las pilas y de la actividad metabólica de los diferentes grupos fisiológicos participantes en el proceso. Durante la evolución del proceso se produce una sucesión natural de poblaciones de microorganismos que difieren en sus características nutricionales.

En una pila se debe distinguir dos regiones o zonas:

- * la zona central o núcleo de compostaje, sujeta a los cambios térmicos más evidentes; y
- * la corteza o zona cortical, rodea al núcleo y su espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados.

El núcleo actúa como zona inductora sobre la corteza. No obstante, todos los procesos que se dan en el núcleo, no alcanzan la totalidad del volumen de la corteza.

Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la temperatura generada durante el proceso (ROMAN, P., et al. 2013), se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable. Las diferentes fases del compostaje se dividen, según la temperatura, en:

- ♦ Fase Mesófila: es la etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, el material de partida comienza el proceso a temperatura ambiente, en pocos días aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura se debe a la actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida (ROMAN, P., et al. 2013).

Si son correctos el balance C/N, el pH y la concentración parcial de oxígeno, entonces la temperatura ambiente y fundamentalmente la carga de biomasa microbiana que contiene el material, son los dos factores que definen la duración de esta etapa. La misma es muy variable, dependiendo de numerosos factores, con temperatura ambiente entre los 10 y 12°C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 2 a 8 días.

- ♦ Fase Termófila o de Higienización (40-75°C): cuando el material alcanza temperaturas mayores a 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperatura, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina.

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH medio aumenta. En especial, a partir de los 60°C aparecen las bacterias que producen esporas y actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de carbono complejo. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, entre otros factores. Esta etapa también recibe el nombre de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y descontaminantes de origen fecal como eschericha coli y salmonella spp.

Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO_2 se produce en volúmenes importantes que se difunde desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO_2 alcanzada resulta letal para las larvas (ROMAN, P., et al. 2013).

Igualmente esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

- ♦ Fase de Enfriamiento o Mesófila 2: agotadas las fuentes de Carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los $40\text{-}45^\circ\text{C}$. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista (figura 10). Al bajar de 40°C , los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino (ROMAN, P., et al. 2013). Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

Figura 10 – Hongos de la fase mesófila II

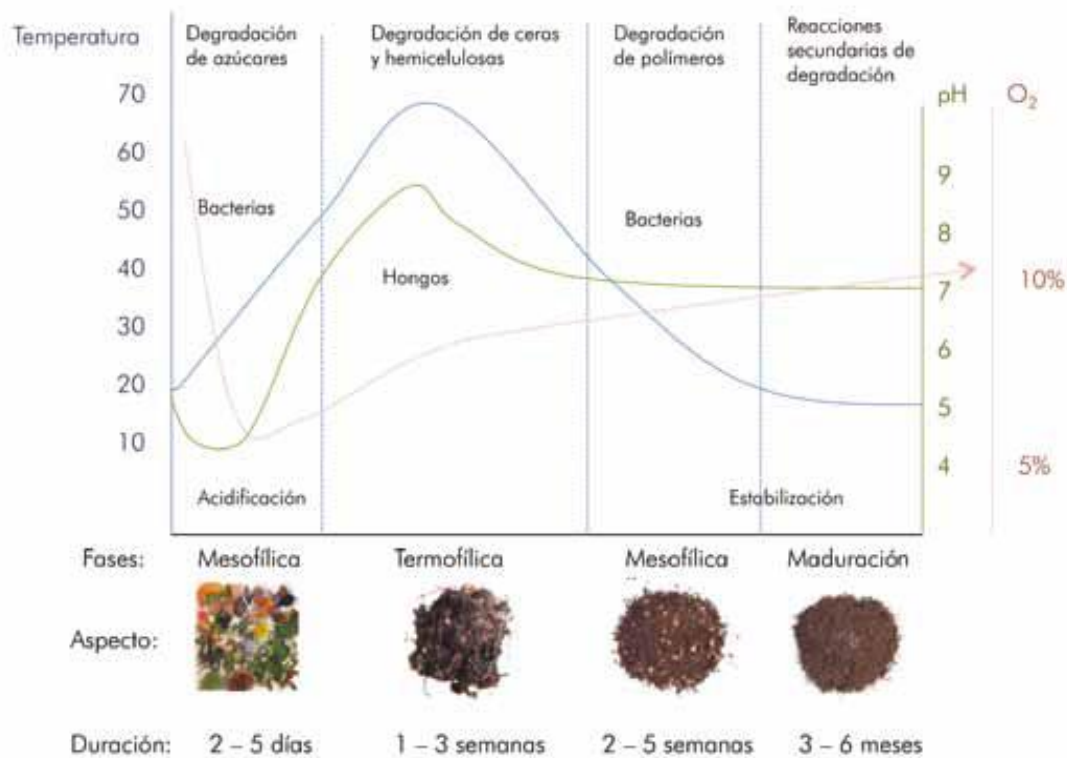


- ♦ Fase de Maduración: es un periodo que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos (ROMAN, P., et al. 2013).

Las etapas mencionadas no se cumplen en la totalidad de la masa en compostaje, es necesario remover las pilas de material en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y re conformaciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de fases descritas se presente, por lo general, más de una vez.

Debido a la necesidad de remover la pila se proponen alternativas, con posibilidad de construcción, de una máquina volteadora destinada a facilitar la tarea.

Figura 11 – Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje



Fuente: ROMÁN, Pilar, et al. 2013

Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las poblaciones microbianas se presentan en fase de muerte por agotamiento de nutrientes.

3.5 Monitoreo durante el compostaje

Teniendo en cuenta que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben considerar los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción. Estos factores incluyen el oxígeno o aireación, la humedad de sustrato, temperatura, pH y la relación C/N. Algunos de ellos se pueden determinar en campo (temperatura, color, olor), otras determinaciones se deben realizar en laboratorio.

Externamente, el proceso de compostaje depende, en mayor medida, de las condiciones ambientales, el método utilizado, las materias primas empleadas, entre otros elementos, por lo que algunos parámetros pueden variar. No obstante, éstos deben estar bajo vigilancia constante para que estén siempre dentro de un rango óptimo. A continuación se señalan los parámetros y sus rangos óptimos.

Oxígeno

El compostaje es un proceso aeróbico, en el cual se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte o se encharque (figura 11).

La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5%, siendo el nivel óptimo el 10% (ver tabla 2). Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Las células de los microorganismos se deshidratan, algunos producen esporas y se detiene la actividad enzimática encargada de la degradación de los diferentes compuestos. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis (ROMAN, P., et al. 2013). Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H_2S) o metano (CH_4) en exceso.

3 Desarrollo teórico

Tabla 2: Control de la aireación.

Porcentaje de aireación	Problemas		Soluciones
< 5%	Baja Aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis.	Voltear la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación.
5% - 15% Rango ideal			
> 15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación de agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picar el material a fin de reducir el tamaño del poro y reducir la aireación. Se debe regular la humedad a través de la incorporación de agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de frutas, verduras, césped, otros)

Fuente: ROMÁN, Pilar, et al. 2013

Dióxido de Carbono (CO₂)

Durante el compostaje, el CO₂ se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general, pueden generarse, diariamente, 2 a 3 kilos de CO₂ por cada tonelada (ROMAN, P., et al. 2013). El CO₂ producido durante el proceso de compostaje, en general es considerado de bajo impacto ambiental, por cuanto es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis.

Humedad

La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular.

La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje (ver tabla 3). Si la humedad se encuentra por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea

biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material (ROMAN, P., et al. 2013).

El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base.

Tabla 3: Parámetros de humedad óptimos

Porcentaje de humedad	Problemas		Soluciones
< 45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Se debe regular la humedad, proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de frutas, verduras, césped, otros).
45% - 60% Rango ideal			
> 60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Voltear la mezcla y/o adicionar material con bajo contenido de humedad y alto valor en carbono (aserrín, paja, purines).

Fuente: ROMÁN, Pilar, et al. 2013

Temperatura

La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso (ver figura 11).

El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente.

Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización. En la tabla 4 se exponen causas y soluciones asociadas a la temperatura que se puede presentar durante el proceso de compostaje.

3 Desarrollo teórico

Tabla 4: Parámetros de temperatura óptimos

Temperatura °C	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T°Amb. < 35°C)	Humedad insuficiente	Las bajas temperaturas pueden darse por falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por lo tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de frutas, verduras, césped, otros).
	Material insuficiente	Insuficiente material o forma de pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C/N	El material tiene una alta relación C/N, por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana.	Añadir el material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas temperaturas (T°Amb. > 70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso.	Voltear y verificar la humedad (55-60%). Adicionar material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, pasta seca) para ralentizar el proceso.

Fuente: ROMÁN, Pilar, et al. 2013

pH

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4,5 a 8,5). En las primeras etapas del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos (ROMAN, P., et al. 2013). En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro (ver tabla 5).

La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0 - 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5 - 8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2.

3 Desarrollo teórico

Tabla 5: Parámetros de pH óptimos

pH	Causas asociadas		Soluciones
< 4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de comida, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adicionar material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C/N.
4,5 - 8,5 Rango ideal			
> 8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C/N, asociado a la humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio.	Adicionar material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín).

Fuente: ROMÁN, Pilar, et al. 2013

Relación Carbono-Nitrógeno (C/N)

La relación C/N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C total (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar. En la siguiente tabla se enuncia la relación C/N que se puede presentar en el proceso de compostaje, además de sus causas y posibles soluciones.

Tabla 6: Parámetros de la relación C/N.

C/N	Causas asociadas		Soluciones
>35:1	Exceso de Carbono	Existe en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse.	Adicionar material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C/N.
15:1 – 35:1 Rango ideal			
<15:1	Exceso de Nitrógeno	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado.	Adicionar material con mayor contenido en carbono (resto de poda, hojas secas, aserrín).

Fuente: ROMÁN, Pilar, et al. 2013

Tamaño de partícula

La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor

superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm (ver tabla 7).

La densidad del material, y por lo tanto la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de la partícula (ROMAN, P., et al. 2013), siendo la densidad aproximadamente 150 - 250 kg/m³, conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y por tanto, la densidad aumenta, 600 - 700 kg/m³.

Tabla 7: Control del tamaño de partícula

Tamaño de partículas	Problemas		Soluciones
> 30 cm	Exceso de aireación	Los materiales de gran tamaño crean canales de aireación que hacen bajar la temperatura y desaceleran el proceso.	Picar el material hasta conseguir un tamaño medio de 10-20 cm.
5 – 30cm Rango ideal			
< 5 cm	Compactación	Las partículas demasiado finas crean poros pequeños que se llenan de agua, facilitando la compactación del material y un flujo restringido del aire, produciéndose anaerobiosis.	Voltear y/o añadir material de tamaño mayor y volteos para homogeneizar.

Fuente: ROMÁN, Pilar, et al. 2013

3.6 Ventajas y desventajas del proceso de compostaje

Entre las ventajas y desventajas que se le atribuyen al compost se destacan:

Ventajas

- ♦ Recuperación y mejora del suelo: La presencia de materia orgánica en el suelo en proporciones adecuadas es fundamental para asegurar la fertilidad y evitar la desertización. Además produce efectos de repercusión agro biológica muy favorable.
- ♦ Mejora las propiedades físicas del suelo: La materia orgánica contribuye favorablemente a mejorar la estabilidad de la estructura de los agregados del

suelo agrícola (serán más permeables los suelos pesados y más compactos los ligeros); aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa; contribuye a aumentar la capacidad de retención hídrica del suelo mediante la formación de agregados.

- ♦ Mejora las propiedades químicas: La materia orgánica aporta macro nutrientes N, P, K y micronutrientes; mejora la capacidad de intercambio de cationes del suelo. Esta propiedad consiste en absorber los nutrientes catódicos del suelo, poniéndolos a largo plazo a disposición de las plantas, evitándose de esta forma la lixiviación. Por otra parte, los compuestos húmicos presentes en la materia orgánica forman complejos y quelatos estables.
- ♦ Mejora la actividad biológica del suelo: La materia orgánica del suelo actúa como fuente de energía y nutrición para los microorganismos presentes en el suelo. Estos viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. Una población microbiana activa es índice de fertilidad de un suelo.
- ♦ Aplicabilidad al suelo: Tanto el compost como los estiércoles sin compostar tienen alto valor fertilizante para los suelos. Normalmente el estiércol se añade al suelo directamente, proporcionándole calidades comparables a las que alcanzaría con el compost. Ahora bien, existen beneficios complementarios por la utilización de compost, como son:
 - El proceso de compostaje convierte el contenido de nitrógeno presente en los estiércoles en una forma orgánica más estable, esto produce menores pérdidas de nitrógeno, el cual permanece en una forma menos susceptible de lixiviarse y, por tanto, de perder amonio.
 - La mayoría de los estiércoles tienen una elevada relación C/N. Cuando se aplican al suelo directamente, el exceso de carbono en los estiércoles hace que el nitrógeno en el suelo quede inmovilizado y, por tanto, no disponible para el cultivo. El compostaje disminuye la relación C/N a niveles aceptables para la aplicación al suelo.
 - El calor generado mediante el proceso de compostaje reduce la viabilidad de las semillas que pueden estar presentes en dicha enmienda.

- ♦ Destruye los patógenos: La destrucción de patógenos durante la fase termófila (fase de altas temperaturas) permite la utilización no contaminante del abono orgánico.
- ♦ Producto comercializable: Una de las características más atractivas del compostaje es que existe un mercado para el producto. Entre los compradores potenciales se incluyen los agricultores que practican agricultura ecológica u horticultura más o menos intensiva, fruticultores, particulares que poseen viviendas con jardín, dueños de pastizales, operadores de campos de golf y propietarios de viveros.
El precio de los compost varía considerablemente en función de las características, envasado y calidad, materiales de partida utilizados y destino del producto terminado. El precio depende también del mercado local.

Desventajas

- ♦ Tipo económico: Se debe tener en cuenta que este proceso supone una cierta inversión, ya que se necesitan una serie de equipos (principalmente maquinaria) y a veces unas mínimas instalaciones.
- ♦ Disponibilidad de terreno: Dentro del proceso de compostaje hay que prever un terreno para almacenar los materiales de partida, otro para mantener los compost durante la fase de maduración y otro para almacenar los productos ya terminados, además del espacio dedicado al compostaje propiamente dicho.
- ♦ Tipo climatológico: Si el clima es muy frío, el proceso se alarga debido a las bajas temperaturas e incluso, a veces, se detiene debido a la imposibilidad de hacer funcionar los equipos adecuadamente a causa de las heladas y nevadas. Las lluvias excesivas también pueden dar lugar a problemas de encharcamientos y anaerobiosis si no hay un buen drenaje y una inclinación adecuada del terreno.
- ♦ Tipo medioambiental: Estas desventajas se pueden evitar con una buena práctica a la hora de realizar el proceso y con una buena elección del terreno

donde se van a almacenar, tanto los materiales iniciales como los compost en fase de maduración, ya que es en este periodo donde hay más peligro que las pérdidas de nitrógeno, en forma de nitratos, contaminen las aguas subterráneas.

- ♦ Valor fertilizante: Si los compost son sometidos a malas prácticas (ej. acumulación del producto final en el exterior, sometido a la acción de intensas lluvias que promueven su lavado), el contenido en nitrógeno que estos poseen es muy bajo. Si bien no es una desventaja de por sí, otro punto a tener en cuenta es que la cantidad que hay que aplicar de compost es superior a la que habría que aplicar cuando se usan fertilizantes químicos de síntesis, debido a que en un compost los nutrientes se encuentran en formas muy complejas que necesitan sufrir en el suelo un proceso de mineralización para ser asimilados por las plantas. Adicionalmente, la liberación de nutrientes por parte del compost es lenta. En cantidades altas, este tipo de mejoras puede resultar negativo para las plantas, recomendándose generalmente sustratos con 30 a 50% de compost.
- ♦ Contenido de semillas: En un principio se sugirió que la resistencia de las semillas al proceso de compostaje estaba relacionada por un lado a las temperaturas que se alcanzaban en el proceso y por otro a las diferencias entre semillas de distintas especies. Actualmente se ha demostrado que también la presencia de “puntos fríos” (ciertas zonas que no alcanzan dentro de una pila de compost las temperaturas propias del proceso), el número de volteos y el contenido de humedad de la pila de compostaje influyen en la cantidad de semillas viables en el compost. Además, durante la etapa de madurez, sobre todo si se realiza al aire libre, el compost puede contaminarse con semillas dispersadas por el viento. La introducción de semillas de especie exóticas con el compost como vector, tanto en producción agrícola extensiva e intensiva, y en la restauración de ambientes degradados, puede ocasionar daños ambientales y económicos. En este sentido algunos países han establecido reglamentaciones para la comercialización del compost respecto al número de semillas viables.

3.7 Sistemas de compostaje

Existen diversos sistemas de compostaje, el objetivo principal es, además de transformar los residuos en compost, conseguir las condiciones consideradas letales para patógenos, parásitos y elementos germinativos (semillas, esporas).

Los sistemas de compostaje son: en pilas, en reactores, en cajas o composteras, abiertas o cerradas (figura 12).



Figura 12 - Sistemas de compostaje comunes

-Sistema en Pilas

Pilas es la denominación que se le da a la masa de residuos en compostaje cuando la misma presenta una morfología y dimensiones determinadas. A los sistemas donde se procesa el material mediante la conformación de estas estructuras se los denomina Sistema en Pilas.

De acuerdo al método de aireación utilizado, este sistema se subdivide además en: Pilas Móviles, cuando la aireación y homogeneización se realiza por remoción y reconfiguración de las pilas, y Pilas Estáticas cuando la aireación se realiza mediante instalaciones fijas, en las áreas o canchas de compostaje, que permiten realizar una aireación forzada sin necesidad de movilizar las pilas.

En el compostaje en pilas, el tamaño de la misma, en especial la altura, afecta directamente al contenido de humedad, de oxígeno y la temperatura. Pilas de baja altura y de base ancha, a pesar de tener buena humedad inicial y buena relación C/N, hacen que el calor generado por los microorganismos se pierda fácilmente, de tal forma que los pocos grados de temperatura que se logran, no se conservan. El tamaño de una pila viene definido por la cantidad de material a compostar y el área

disponible para realizar el proceso (ROMAN, P., et al. 2013). Normalmente, se hacen pilas de entre 1,5 y 2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo, y de un ancho de entre 1,5 y 3 metros. La longitud de la pila dependerá del área y del manejo.

-Sistema en Reactores

Otros procesos de compostaje, no se basan en la conformación de pilas si no que los residuos orgánicos son procesados en instalaciones que pueden ser estáticas o dinámicas, que se conocen como Reactores. Básicamente los reactores son estructuras, por lo general metálicas, cilíndricas o rectangulares, donde se mantienen controlados determinados parámetros (humedad, aireación), procurando que permanezcan en forma relativamente constante. Los reactores móviles además, posibilitan la mezcla continua de los desechos mediante dispositivos mecánicos, con lo que se logra un proceso homogéneo en toda la masa en compostaje.

Este tipo de sistemas, permite acelerar las etapas iniciales del proceso, denominadas incorrectamente “fermentación”. Finalizadas estas etapas activa biológicamente, el material es retirado del reactor y acopiado para que se cumpla la “maduración”. Los sistemas de compostaje en reactores son siempre sistemas industriales. Se aplican en aquellas situaciones donde diariamente se reciben volúmenes importantes de desechos, y para los cuales sería necesario disponer de superficies muy extensas. Tal es el caso de las grandes plantas de tiraje y selección de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.), donde a partir de la fracción orgánica recuperada de este tipo de residuos se produce compost en forma industrial.

3.8 Técnicas de compostaje

Las diferentes técnicas se dividen generalmente en sistemas abiertos y sistemas cerrados. Los sistemas abiertos son aquellos que se hacen al aire libre, y los cerrados los que se hacen en recipientes o bajo techo.

Los factores claves al momento de decidir una técnica son:

- Tiempo de proceso.
- Requisitos de espacio.
- Seguridad higiénica requerida.
- Material de partida (ausencia o presencia de material de origen animal).

- Condiciones climáticas del lugar (temperaturas bajo cero, vientos fuertes, lluvias torrenciales u otros eventos climáticos extremos).

A continuación se describe cada sistema.

3.9 Sistemas abiertos o en pilas

Cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos orgánicos, se puede llevar a cabo este tipo de compostaje (figura 13).

En función del manejo de las pilas en el lugar (espacio, tecnificación, tiempo de retención), existe una amplia variedad de formación de pilas, variando así el volumen de estas, su forma, la disposición y el espacio entre ellas.



Figura 13 – Ejemplo de pilas de compostaje

A nivel industrial, las pilas cuentan con un nivel alto de tecnificación. A continuación se mencionan algunos ejemplos:

- **Aireación forzada**, en esta técnica se proporciona aire a través de canales construidos en el suelo para así mantener los niveles óptimos de oxígeno (figura 14).

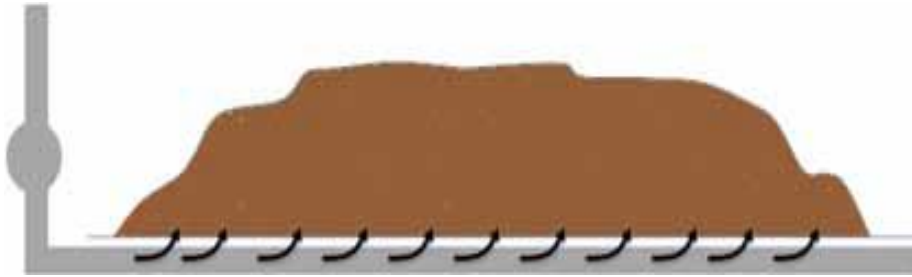


Figura 14 - Sistema de aireación forzada

- **Recolección de lixiviados** y su posterior tratamiento (figura 15).



Figura 15 - Sistema de recolección de lixiviados

- **Sistema de pilas con volteo mecanizado**, se puede utilizar un volteador lateral de tornillo adaptado a tractor, o una pala frontal (figura 16). En el primer sistema mecanizado la altura de la pila varía con la altura del volteador lateral de tornillo, mientras que en el segundo, las pilas pueden alcanzar una altura deseable de 1,5 metros, lo que permite facilitar la tarea de volteo.

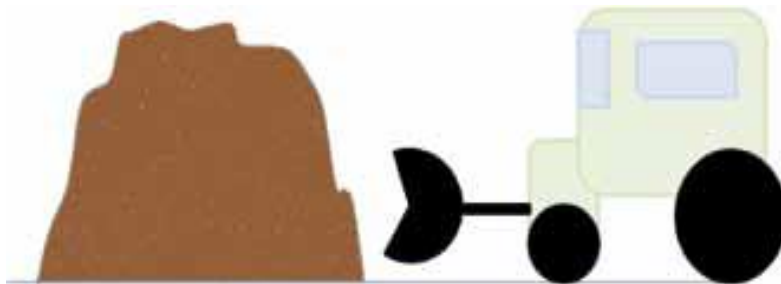


Figura 16 - Volteo mecanizado

3.9.1 Diseño y operación de un sistema abierto o en pila, de compostaje aeróbico.

A continuación se desarrollan conceptos básicos para un buen diseño y operación de un sistema de compostaje aeróbico en pilas.

- Aspectos cualitativos

Es importante caracterizar adecuadamente los residuos de que se disponen a compostar, de acuerdo a los criterios y parámetros establecidos, según el tipo de residuos (PRAVIA, M.A.; SZTERN, D., 2013).

De acuerdo a cada caso se instrumentarán los procedimientos de pre-compostaje necesarios. Un aspecto muy importante a tener en cuenta es asegurar que los residuos estén libres de contaminantes químicos, en particular metales pesados.

- Aspectos cuantitativos

La cuantificación de los volúmenes de que se disponga para compostar, así como su frecuencia de ingreso, es un dato de gran importancia, ya que permite calcular la necesidad de área de compostaje y determinar la unidad de compostaje.

- Unidad de Compostaje

La Unidad de Compostaje (U_c), es la masa de residuos que permite la conformación de una pila y que ingresa al sistema como una unidad independiente del resto.

- Diseño de Pila

En el momento de estimar las dimensiones de la pila de compostaje, se debe tener en cuenta que durante el proceso de compostaje, la pila disminuye de tamaño (hasta un 50% en volumen) debido en parte a la compactación y en parte a la pérdida de carbono en forma de CO (monóxido de carbono).

No se aconseja la conformación de pilas de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en éstas son muy bruscas. Tampoco se debe conformar pilas con base inferior a 1.5 metros (PRAVIA, M.A.; SZTERN, D., 2013).

Como regla general, se toma como altura la mitad de la base, lo que permite obtener una buena relación Superficie/Volumen (figura 17).

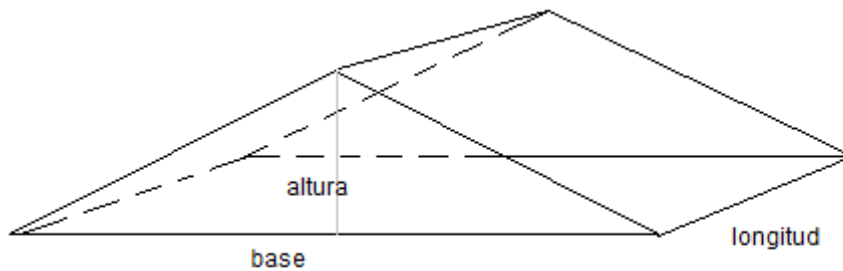


Figura 17 – Diseño de pila

- Tiempo de compostaje

El Tiempo de Compostaje (T_c) es el tiempo transcurrido desde la conformación de una pila hasta la obtención de compost estable.

El T_c , varía según las características de los residuos a compostar, las condiciones climatológicas (temperatura, ambiente, porcentaje de humedad relativa, etc.); manejo fisicoquímico; manejo microbiológico y características del producto final que se desea obtener.

El T_c , es un parámetro que puede ser controlado y establecido con cierto grado de certeza a través de diferentes técnicas (PRAVIA, M.A.; SZTERN, D., 2013).

Nunca se debe adicionar material nuevo a una pila que ya ha sido conformada, ya que esto extiende el tiempo de compostaje. Salvo en situaciones en las cuales no se cumplan con los rangos óptimos de los diferentes parámetros y se necesite agregar material fresco para reactivar el proceso.

- Área de compostaje

El área donde se conforman las pilas y se lleva a cabo el proceso se denomina canchas de compostaje o patios. En el momento de seleccionar el área destinada a las canchas se debe considerar los siguientes factores:

- En lo posible estas áreas deben situarse en los puntos topográficos más altos del terreno. Nunca se ubicarán en depresiones. Es necesario que el área de las canchas presente un declive superior al 1 % hacia las cotas menores del predio, de esta forma es posible evacuar las aguas pluviales y coleccionar los líquidos lixiviados que se generan durante el proceso.

- La impermeabilidad del suelo es otro factor a considerar, ya que es posible la contaminación de las aguas subterráneas. En suelos que no presenten una impermeabilidad natural adecuada, se deberá proceder a la impermeabilización de los mismos, así como también se impermeabilizarán los drenajes.

- Preparación de las canchas

Una vez seleccionada el área se procede a retirar, malezas, arbustos u otros elementos que interfieran con la operación del sistema. Posteriormente, se realiza la compactación y nivelación del terreno. Es conveniente que el área esté rodeada por una canaleta perimetral, donde desembocarán las canaletas inter-pilas, necesarias para la evacuación y posterior colecta de los líquidos lixiviados, en caso de que se produzcan.

El diseño del sistema de drenajes, admite diversas alternativas y depende de las características topográficas del lugar y dimensiones del área de compostaje.

- Dimensión de la cancha: La dimensión de la cancha estará determinada por la Unidad de Compostaje (U_c) y el Tiempo de Compostaje (T_c).

Se debe considerar además el espacio necesario entre pilas a los que se llama pasillos (figura 18). Este espacio es necesario para manejar las pilas. Sus dimensiones están sujetas a la forma en que se realicen las operaciones de volteo y aireación (PRAVIA, M.A., SZTERN, D., 2013). Si la operativa es manual, el ancho del pasillo puede situarse en el entorno de 2 a 2,5 metros. Si la operación es mecanizada (volteadora, tractor con pala), los pasillos tendrán el ancho suficiente para que la máquina pueda empalar perpendicularmente las pilas.

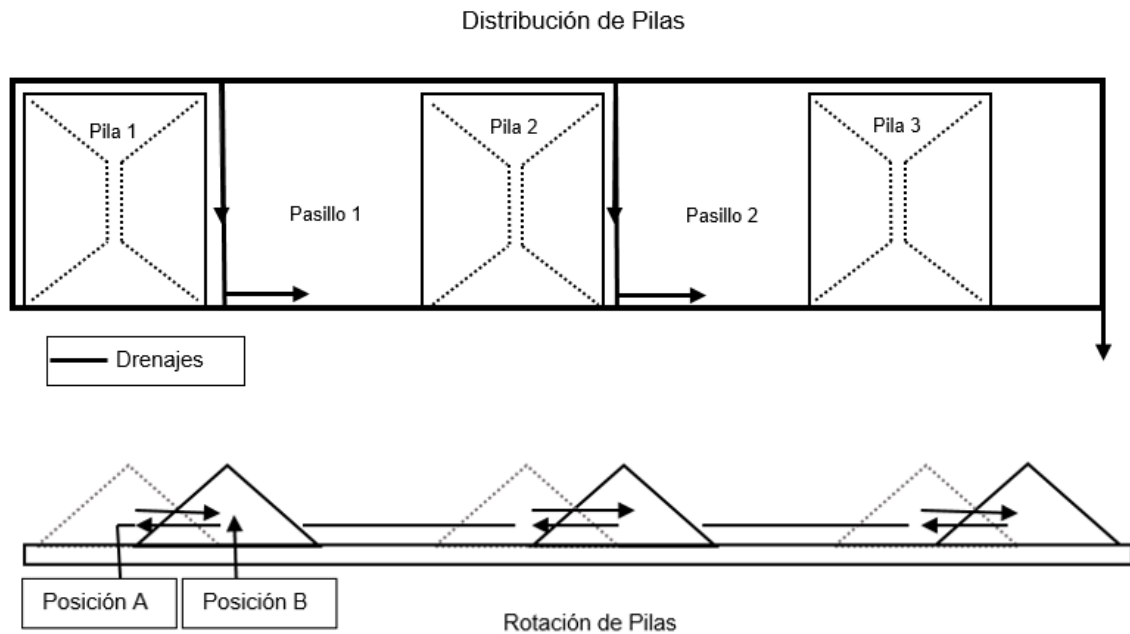


Figura 18 - Esquema de una distribución de pilas posible.

3.9.2 Manejo del sistema de compostaje en pila

Es muy importante llevar registros de los datos más relevantes, tales como, fecha de conformación, relación C/N de entrada, temperatura del material antes de su ingreso al sistema, temperatura ambiente y todo dato que se considere que puede ser de valor para sistematizar el proceso. Los registros pluviométricos son de gran importancia. Se aconseja instalar cerca de la pila un pluviómetro y llevar los registros correspondientes.

Delimitar, con marcas visibles, todas las dimensiones necesarias en la pila que puedan servir como referencia para su movilización y reconfiguración.

En la práctica, el material tiende a explayarse, perdiendo las dimensiones iniciales. Esto es totalmente normal; cuando se reconfiguran las pilas se deben conservar, en lo posible, las dimensiones de diseño originales.

·Aireación y homogeneización de la masa en compostaje

La aireación y homogeneización se realiza a través del método de volteo, el cual tiene dos objetivos: favorecer los metabolismos aerobios y procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa en compostaje (PRAVIA, M.A.;

SZTERN, D., 2013). Esta operación se puede hacer tanto manual como mecánicamente. Siempre debe procurarse en los movimientos de las pilas, que el material perteneciente al núcleo de compostaje pase a formar parte de la corteza y éste del núcleo.

·Cuándo airear y cuándo regar

No existen frecuencias preestablecidas de aireación y riego que resulten aplicables para todos los casos posibles. Las aireaciones excesivas, son tan perjudiciales como los riegos en exceso. Uno de los parámetros, que resulta de fácil determinación es la temperatura, y es a partir de ella que se podrá ejercer un control sobre el proceso.

·Control de la Temperatura

La temperatura debe ser tomada en el núcleo de su pila. Considerando la longitud se recomienda tomar la temperatura en dos puntos equidistantes y tomar el valor promedio aritmético entre los dos puntos.

Para conservar el instrumento que se utilice para medir, se aconseja primero realizar una medida con una varilla metálica de mayor diámetro que el termómetro, y luego introducir el instrumento de medición (PRAVIA, M.A.; SZTERN, D., 2013). Es conveniente, realizar más de una lectura por metro lineal de pila y promediar los resultados.

·Control de Humedad

Para el control del contenido de humedad, se puede aplicar el siguiente procedimiento empírico, conocido como “técnica del puño”:

1. Tomar con la mano una muestra de material.
2. Cerrar la mano y apretar fuertemente.
3. Si con esta operación se verifica que sale un hilo de agua continuo del material, entonces se puede establecer que el material contiene más de un 40% de humedad.
4. Si no se produce un hilo continuo de agua y el material gotea intermitentemente, se puede establecer que su contenido en humedad es cercano al 40%.
5. Si el material no gotea y cuando se abre el puño de la mano permanece moldeado, se estima que la humedad se presenta entre un 20 a 30 %

6. Finalmente si se abre el puño y el material se disgrega, se asume que el material contienen una humedad inferior al 20 %.

Control de aireación y riego por temperatura

Se recomienda realizar las aireaciones cuando comienza a disminuir la temperatura, luego de haber alcanzado su valor máximo en la etapa termogénica. Inmediatamente después al volteo del material, la temperatura experimenta un descenso, y paulatinamente vuelve a subir hasta completar una nueva etapa termogénica (figura 19).

Puede ser posible que sólo se cumpla una sola etapa termogénica o más de dos, esto dependerá de múltiples factores. Si el material ha sido preparado y las pilas se han homogeneizado adecuadamente en el proceso de aireación, es frecuente que no se presenten más de dos etapas termogénicas. Si hay necesidad de riego es conveniente hacerlo en las etapas mesotérmicas (PRAVIA, M.A.; SZTERN, D., 2013). El riego debe ser lo más atomizado posible, para no producir cambios bruscos en la temperatura.

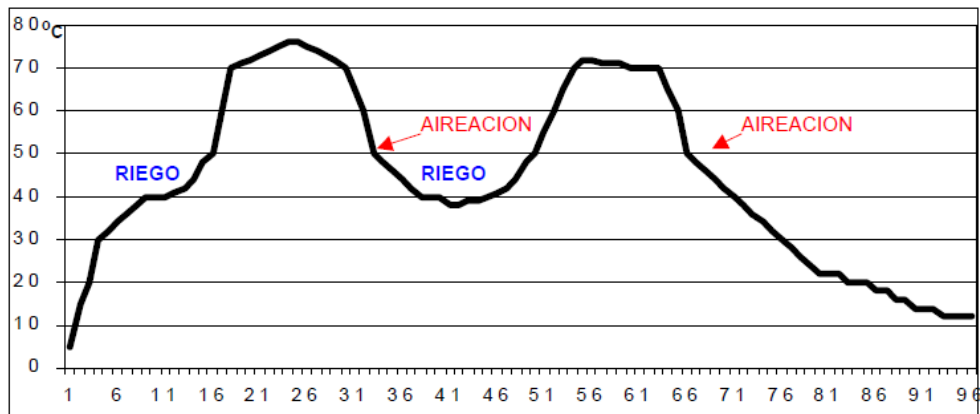


Figura 19 – Control de aireación y riego por temperatura.

Este procedimiento de aireación y riego por control de temperatura, es una alternativa que tiene sus fundamentos en los grupos fisiológicos que intervienen, en los tipos de metabolismos y en los productos de estos metabolismos.

3.9.3 Cálculos de área y volumen de una pila de compost

Antes de comenzar el proceso de compostaje, se debe calcular el área que se utilizará y el volumen de la pila. Se pueden tener varias limitantes, como por ejemplo, la cantidad de material a compostar, el área a aplicar el compost, o el área donde se realiza el proceso de compostaje.

A continuación se presentan diferentes cálculos de dimensiones de pilas, teniendo en cuenta las variables limitantes para el proceso de compostaje:

* Cálculo de las dimensiones de una pila de compostaje a partir de la cantidad de material a compostar

Datos:

- Cantidad de residuo orgánico por semana = m_1 (Kg).
- Densidad considerada = δ_1

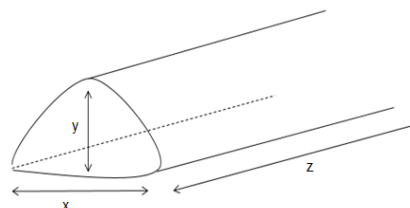
Cálculo de Volumen (V_1):

$$\delta_1 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{m_1 (\text{kg})}{V_1 (\text{m}^3)} \rightarrow V_1 (\text{m}^3) = \frac{m_1 (\text{Kg})}{\delta_1 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

El volumen mínimo para realizar una pila es de 1 m^3 , por lo que, considerando una densidad (δ) de 250 Kg/ m^3 , se necesitará por lo menos 250 Kg de residuo orgánico. Una vez obtenido el volumen (V_1), se procede a calcular la longitud que deberá tener la pila.

Para esto se considera el volumen de un prisma triangular como medida aproximada del volumen de una pila:

$$V_{\text{prisma}} = \frac{x \cdot y}{2} \cdot z$$



Se supone una altura y_1 , y un ancho x_1 , por lo que la longitud (z_1) de la pila será:

$$z_1 \text{ (m)} = \frac{2 * V_1 \text{ (m}^3\text{)}}{x_1 \text{ (m)} * y_1 \text{ (m)}}$$

Nota: ^I Se aconseja hacer una pila nueva cada semana, o una continuación del largo de una misma pila. Esto es para evitar añadir material fresco a material que ya se encuentra en avanzado proceso de descomposición e interrumpir el mismo.

^{II} Para calcular la densidad (δ) del material se toma un recipiente de volumen conocido, se pesa el cubo lleno de material sin compostar y se resta el peso del cubo. Por último se divide el peso del material entre el volumen conocido y así se obtiene la densidad del material.

* Cálculo de las dimensiones de una pila de compostaje a partir de la necesidad de compost final.

Datos:

- Área a la cual se quiere añadir compost = A_2 (m^2).
- Cantidad de compost recomendado por m^2 = m_2 (kg)

Teniendo en cuenta que durante el proceso de descomposición se pierde hasta un 50% de material, se calcula que el material de partida debería ser el doble del material final.

Partiendo de esa consideración, se aplican los mismos pasos que el caso anterior: se calcula el volumen (V_2) a partir de la densidad (δ_2) del material:

$$V_2 \text{ (m}^3\text{)} = \frac{m_2 \text{ (Kg)}}{\delta_2 \text{ (}\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\text{)}}$$

Una vez hallado el V_2 , se procede a calcular la longitud (L_2) utilizando la fórmula del volumen de un prisma:

$$V2 (m3) = \frac{b2(m)*h2(m)}{2} * L2 (m) \rightarrow L2 (m) = \frac{2*V2(m3)}{b2(m)*h2(m)}$$

3.9.4 Tareas a realizar en la formación y manejo de la pila

- Elección del área y nivelación. Esta elección se hace en base a las condiciones climáticas, distancia al área de producción de residuos, distancia al área donde se aplicará el compost final y pendiente del terreno (ROMAN, P., et al. 2013). Es preferible un área protegida de vientos fuertes, a prudente distancia de nacimientos de agua (más de 50 metros) para evitar contaminaciones, y de poca pendiente (< 4%) para evitar problemas de lixiviados y erosión.

- Picado del material y amontonamiento. El material a compostar se pica manual o mecánicamente de preferencia en fragmentos de 10-15 cm. Se toma normalmente como unidad de tiempo la semana para amontonar material en una misma pila, antes que empiece la fase termofílica o de higienización, y así evitar la recontaminación del material con material fresco. Otro aspecto importante es la mezcla de material para alcanzar una relación C/N adecuada. Según la Universidad de Cornell, la fórmula a seguir es:

$$R = Q * \left(\frac{C}{N}\right) * (100 - M)$$

Siendo Q la cantidad de material a adicionar, C y N Carbono y Nitrógeno en peso, y M la humedad en peso del material.

Para una cantidad Q₁ (ejemplo: paja), se debe calcular qué cantidad de Q₂ se necesita (ejemplo: estiércol). Esto puede estimarse de la siguiente manera:

$$R = \frac{Q1 * (C1 * (100 - M1)) + Q2 * (C2 * (100 - M2)) + \dots + Qn * (Cn * (100 - Mn))}{Q1 * (N1 * (100 - M1)) + Q2 * (N2 * (100 - M2)) + \dots + Qn * (Nn * (100 - Mn))}$$

3 Desarrollo teórico

Para facilitar la tarea, se puede usar una tabla básica (tabla 8) que indica los valores de C/N de los materiales más comúnmente usados y hacer una estimación:

$$Q2 = \frac{Q1 * N1 * \left(R - \frac{C1}{N1}\right) * (100 - M1)}{N2 * \left(\frac{C2}{N2} - R\right) * (100 - M2)}$$

Tabla 8: Relación C/N de algunos materiales usados en el compostaje

Nivel alto de Nitrógeno 1:1 – 24:1		C/N equilibrado 25:1 – 40:1		Nivel alto de Carbono 41:1 – 1000:1	
Material	C/N	Material	C/N	Material	C/N
Purines frescos	5:1	Estiércol vacuno	25:1	Hierba recién cortada	43:1
Gallinaza fresca	7:1	Hojas de frijol	27:1	Hojas de árbol	47:1
Estiércol porcino	10:1	Crotalaria	27:1	Paja de caña de azúcar	49:1
Desperdicios de cocina	14:1	Pulpa de café	29:1	Basura urbana fresca	61:1
Gallinaza camada	18:1	Estiércol ovino/caprino	32:1	Cascarilla de arroz	66:1
		Hojas de plátano	32:1	Paja de arroz	77:1
		Restos de hortalizas	37:1	Hierba seca (gramíneas)	81:1
		Hojas de café	38:1	Bagazo de caña de azúcar	104:1
		Restos de poda	44:1	Mazorca de maíz	117:1
				Paja de maíz	312:1
				Aserrín	638:1

Fuente: ROMÁN, Pilar, et. 2013

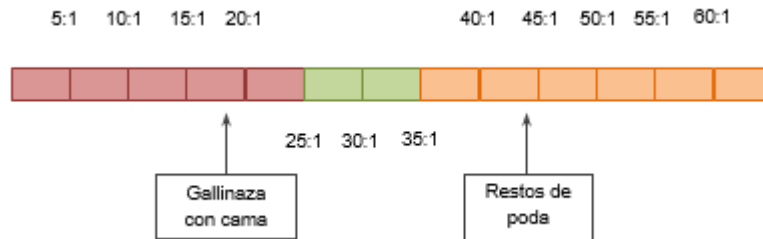
Nota: En la tabla se resaltan los materiales que se pueden usar en la práctica de este proyecto.

El rango ideal de la relación C/N para comenzar el compostaje es de 25/1 a 35/1. Para calcularlo, se seleccionan de la tabla 8 los materiales disponibles y se calcula la relación C/N de los materiales por separado. Se realiza un cálculo de proporcionalidad (ver “Ejemplo de Cálculo de la relación C/N en la mezcla de varios materiales”) y se obtiene la cantidad de cada material que se aplica a la pila. Este cálculo se puede usar como referencia pero siempre habrá un margen de error, ya que no se están realizando ajustes para la humedad del material o la disponibilidad del C o N (por ejemplo, el cartón tiene alto contenido de carbono, pero es de lenta degradación).

* Ejemplo de Cálculo de la relación C/N en la mezcla de varios materiales.

Se tiene disponible gallinaza mezclada con cama de corral y restos de poda de árboles frutales. Las relaciones C/N de ambos son:

- Gallinaza con cama: 18:1
- Restos de poda: 44:1



En la figura 20 se muestran el formato de calculadoras en línea (online) para hacer los cálculos C/N de hasta tres materiales (Universidad de Cornell, disponible en <http://compost.css.cornell.edu/calc/2.html>, Martes 21 de octubre de 2014).

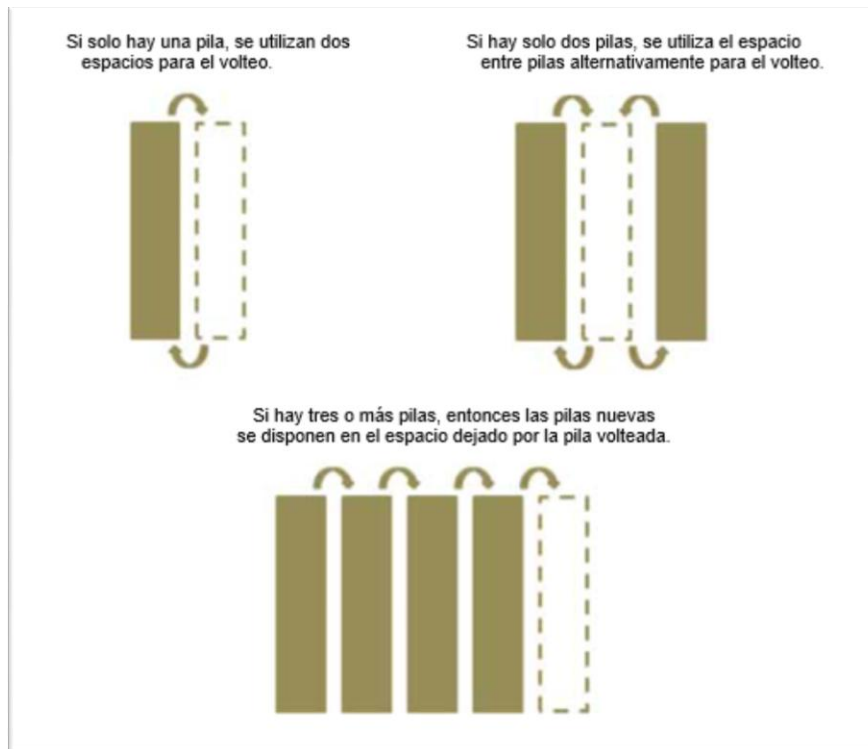
Ingredient	% H2O	Weight	% Carbon	% Nitrogen	C/N Ratio
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Result:	<input type="text"/>

Figura 20 - Calculadora de la relación C/N

- Volteo. Normalmente, se hace un volteo semanal durante las 3 a 4 primeras semanas, y luego pasa a ser un volteo quincenal. Esto depende de las condiciones climáticas, de la humedad y del aspecto del material que se está compostando. Se debe hacer un control visual, control de olores y de temperatura para decidir cuándo hacer el volteo.

Es importante optimizar el espacio de operación y volteo. En la figura 21 se dan algunos ejemplos de optimización del espacio.

Figura 21 - Modalidades de volteo según número de pilas.



3.9.4.1 Controles de temperatura, humedad y pH

Seguidamente se expone una forma sencilla de realizar los controles de temperatura, humedad y pH. Además se puede observar en la figura 20 una planilla que permite llevar los registros de control

- Temperatura: si no se dispone de un termómetro, se puede utilizar una barra de metal o de madera, (si no se tiene de metal). La barra se introduce en distintos puntos de la pila y manualmente se comprueba un aproximado de la temperatura según la fase de compostaje y observando las temperaturas recomendadas en cada fase (Tabla 3: Parámetros de temperatura óptimos).

- Humedad: se puede hacer la llamada “técnica del puño”, descrita en la página 58. Si corre agua, se debe voltear y/o añadir material secante (aserrín o paja). Si el material queda suelto en la mano, entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de hortalizas o césped).

3 Desarrollo teórico

• Acidez o pH: Hay dos modalidades de medida, una directamente en la pila y otra en un extracto de compost.

- Medida del pH en la pila: Si el compost está húmedo pero no encharcado se puede insertar una tira indicadora de pH en el compost. Se deja reposar durante unos minutos para absorber el agua, y se lee el pH mediante la comparación del color.
- Medida del pH en solución acuosa: Se toman varias muestras del compost y se colocan en recipientes con agua (volumen/volumen 1:5). Se agita y se toma la lectura, preferiblemente con pHmetro, si no se tiene este instrumento, entonces con tira indicadora.





	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Temperatura												
Ref temperatura	15°-40°		40°-65°				15°-40°			~T°ambiente		
pH												
Ref pH	4-6		8-9				7-8			6-8		
Humedad												
Ref humedad	variable, dependiendo de la humedad de entrada, entre 30% - 60%.											
Aspecto												
Ref aspecto visual												

Figura 22 - Planilla de control del proceso.

• Comprobación que ha finalizado el compostaje (en fase de maduración): para comprobar que el compost ha entrado en fase de maduración, el material, aun húmedo, no aumenta de temperatura nuevamente a pesar de que se realice el volteo. Sin embargo, existen también otras pruebas que se realizan para comprobar esta fase:

- * Si se tiene acceso a un laboratorio se puede realizar una prueba de respiración o de auto calentamiento.
- * Si no hay posibilidad de recurrir a un laboratorio, se deben tomar varias muestras (mínimo 3 muestras) representativas del tamaño de la pila para analizar el aspecto y olor del material compostado. Debe estar oscuro, con

olor a suelo húmedo, y cuando se realiza la prueba del puño, no debe mostrar exceso de humedad. Se puede, además, hacer un cuarteo (división de la pila en 4 partes iguales) y tomar de cada cuarto 3 muestras de 100 gramos de material compostado, introducirlas en bolsas plásticas y dejarlas por dos días en un lugar fresco y seco. Si al cabo de este tiempo, la bolsa aparece hinchada (llena de aire) y con condensación de humedad puede ser indicativo de que el proceso aún no ha finalizado (el compost está inmaduro).

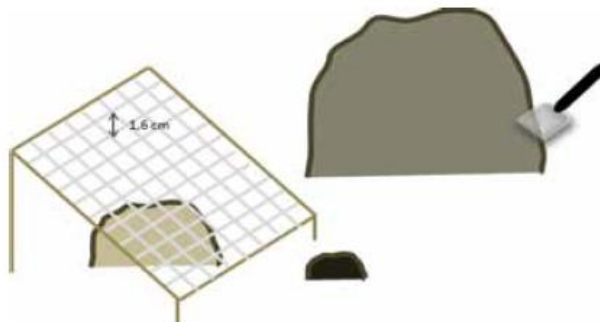
- * Otra técnica es la de introducir una varilla metálica de 50 cm hacia el centro la pila. Si al cabo de 10 minutos al retirar la varilla se siente caliente (no se puede tocar porque quema), quiere decir que el material aún está en proceso de descomposición.

En estos casos, se debe dejar la pila para que continúe el proceso de compostaje.

- Cernido o Tamizado: Una vez que se ha comprobado que el compost está maduro, se realiza un tamizado del material con el fin de eliminar los elementos gruesos y otros contaminantes (metales, vidrios, cerámicas, piedras). El tamaño del tamiz comúnmente es de 1,6 cm.

El material grueso que no pasa a través de la malla del tamiz (figura 23) en su mayoría es material lignocelulósico (maderas) vuelve a una nueva pila de compostaje para cumplir una doble función, seguir descomponiéndose y servir como inoculante de bacterias compostadoras.

Figura 23 - Tamiz usado en las labores de cernido



3.9.4.2 Seguimiento a las labores de campo

Para seguir las labores de compostaje en campo, es recomendable usar planillas como las indicadas en las figura 22 y figura 24.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Elección del lugar y nivelación												
Picado y amontonamiento del material												
Control de temperatura y humedad												
Tamizado												

Figura 24 - Planilla de seguimiento de labores de compostaje

3.9.5 Posible impacto en la granja

Aplicar este sistema en la granja El Callejón trae aparejado los siguientes inconvenientes:

- Impacto visual negativo si las pilas se encuentran demasiado expuestas.
- Personal capacitado para realizar las tareas de control y volteo.
- Esparcimiento de las pilas en épocas de lluvia.

3.10 Sistemas cerrados o en recipiente

Este método es frecuentemente usado a nivel familiar. La técnica del recipiente (figura 25) tiene una serie de características ventajosas que favorecen su replicación, entre ellas se destacan: impedimento de acumulación de lluvia, protección del material de vientos fuertes, facilita labores de volteo, facilita la extracción de lixiviado, controla la invasión de vectores (ratones, aves), y evita el acceso al material en descomposición por personal no autorizado y animales del campo. La desventaja de este método es que puede alcanzar altas temperaturas, por lo que el control de los parámetros tiene especial relevancia.

Figura 25 - Tipos de recipientes usados como compostera



En climas cálidos, se suele adicionar tierra al recipiente (hasta un 10%) que hace de regulador de la temperatura, ya que la tierra es estable y no genera calor.

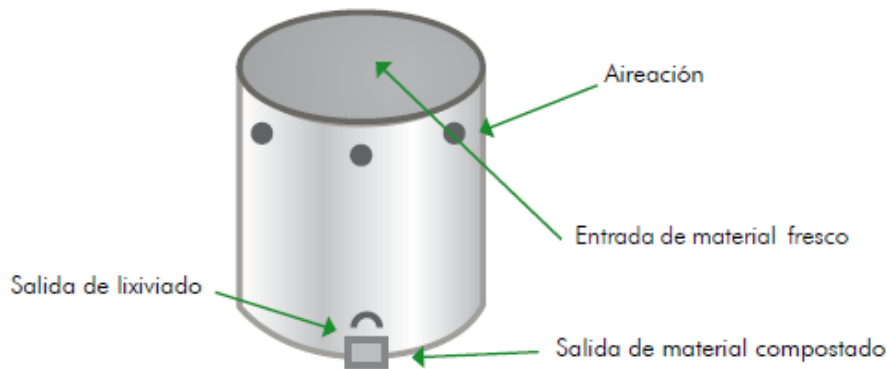
En América Latina (ROMAN, P., et al. 2013) es común el uso de los bidones plásticos de 220 litros, éste se puede utilizar con algunas pequeñas modificaciones, como recipiente de compostaje. El tiempo de proceso de compostaje es menor que en una pila. Dependiendo de la temperatura ambiente y del material inicial, el producto puede llegar a la fase de maduración en seis a diez semanas.

Antes de comenzar el proceso, se debe elegir un recipiente adecuado. Esta elección se basará en el tipo de bidones que haya disponible localmente, la cantidad de material del que se disponga para compostar, el área donde se colocará el recipiente (horizontal o vertical), y el tipo de proceso (estático o dinámico).

Existen numerosos materiales disponibles para usar como recipiente de compost, sin embargo, hay dos modalidades básicas de disposición del recipiente: vertical (o continuo/estático) y horizontal (o discontinuo/dinámico).

La disposición vertical es en la que el recipiente descansa sobre su base (figura 26). El material fresco se añade por la parte superior y el material compostado se extrae usualmente por la parte inferior. Se le llama continuo porque el material fresco entra de forma continua y el producto compostado sale también continuamente por la parte inferior (si el recipiente está diseñado para que haya que voltearlo para extraer el material, entonces es una compostera discontinua, por cargas).

Figura 26 - Compostera vertical o continua*



* La salida de lixiviado es normalmente una llave o grifo que se puede abrir cada semana de manera manual para extraer los líquidos sobrantes.

Las ventajas de este sistema son: fácil de manipular, necesita poca inversión, adecuado para áreas pequeñas (el diámetro de la base de un bidón de 220 litros suele ser de 60 cm) y se tiene un mejor control de los lixiviados (suele tener un pequeño grifo para extraer el lixiviado).

Dentro de las desventajas de este método, están que se necesita un área destinada al volteo.

Se puede mezclar el material dentro del recipiente usando una barra, pero el resultado es heterogéneo y hay riesgos de crear bolsas anaeróbicas. El material tiende a compactarse y por tanto la distribución de la humedad no es uniforme, secándose más rápidamente la parte superior.

La disposición horizontal (figura 27) es aquella en la que el recipiente descansa sobre su eje longitudinal (en un bidón de 220 litros, la longitud es de 90 cm). Se le llama discontinuo porque es un proceso “por cargas”: una vez que se carga la compostera, se debe dejar que el proceso de compostaje finalice para extraer el material antes de introducir una nueva carga.

Como ventaja, este sistema tiene una mejor distribución de la humedad y de la compactación debido a su facilidad para el volteo (manivela), obteniéndose un producto homogéneo.

Entre las desventajas: este sistema requiere de mayor inversión en el recipiente que el sistema vertical, se necesita al menos dos recipientes para la continuidad del proceso y el lixiviado puede salir por los orificios de aireación durante el volteo; para evitar esto se puede colocar un recipiente debajo.



Figura 27 - Compostera horizontal o discontinua

En la Tabla 9 que se muestra a continuación, se presenta un resumen de las ventajas y desventajas de los sistemas cerrados.

Tabla 9: Ventajas y desventajas de cada sistema cerrado en compost.

	Inversión	Manipulación	Espacio	Compost final
Horizontal o discontinua	Baja	Sencilla	Poco	Heterogéneo
Vertical o continua	Alta	Muy compleja	Amplio	Homogéneo

3.10.1 Probable impacto en la granja

Aplicar este sistema en la granja El Callejón puede tener las siguientes consecuencias negativas:

- Se necesita gran cantidad de recipientes debido a la cantidad de guano generado.
- Personal capacitado para realizar las tareas de control y volteo.
- Controles más rigurosos que el sistema abierto.
- Especial atención en la temperatura y aireación.
- Elevado costo de energía asociado al suministro de oxígeno necesario.
- Modificaciones importantes en instalaciones existentes y en desuso para ser utilizado como lugar de trabajo del sistema cerrado.
- No se puede realizar una mezcla homogénea dentro de los recipientes y se pueden producir bolsas aeróbicas.
- Se necesita de otro espacio para realizar el volteo.
- La manipulación suele ser más complicada que la de otros sistemas.

3.11 Proceso de refinado

No todo el material que entra al sistema de compostaje se biodegrada con la misma velocidad. Muchos materiales requieren, por su estructura física y composición química, mayores tiempos para perder su morfología inicial. Por esa razón, es muy frecuente que conjuntamente con el compost, se presenten restos de materiales en distintas etapas de biodegradación o bien el residuo original contenga aún componentes inorgánicos (este caso se da cuando la materia prima es la fracción orgánica recuperada de los RSU).

Para lograr un compost apto para su aplicación agronómica, sea en forma manual o mecánica, el mismo debe presentar una granulometría adecuada y homogénea y estar libre de elementos orgánicos o inorgánicos que dificulten su aplicación.

Hay muchas técnicas para el refinado del compost: separación balística, centrífuga, o zarandeo (granulométrica). La práctica indica que la separación granulométrica por zarandeo es sin duda la menos costosa de instrumentar, y la que ha dado mejores resultados. Las zarandas pueden ser vibratorias o de rotación. En particular las rotatorias, presentan un mejor rendimiento cuando se trata de procesar volúmenes importantes. El tamaño de malla de la zaranda dependerá de la granulometría que

se desea obtener, no obstante para utilización agrícola se recomiendan mallas de 10mm x 10mm. Para que este proceso, se realice sin inconvenientes es fundamental que el compost presente un contenido en humedad inferior al 20%. Los procesos de refine se realizan bajo techo. Una vez culminado el proceso de compostaje, el material es trasladado al área de procesamiento y es convenientemente extendido en capas no superiores a los 300 mm., para favorecer la pérdida de humedad. Cuando el compost presente el contenido de humedad mencionado, estará pronto para su refine. De este proceso se produce un rechazo, que dependiendo de la materia prima utilizada y de la granulometría que se desea obtener, se puede presentar en el orden del 5 al 20 %. Para residuos de origen agrícola y agroindustrial, y para la granulometría indicada se debe estimar a los efectos de los cálculos un rechazo promedio del orden del 6 %. Para compost producido a partir de la fracción orgánica recuperada de R.S.U. de recolección en masa, el rechazo se sitúa cercano al 20 %. (PRAVIA, M.A.; SZTERN, D., 2013). Si el rechazo es exclusivamente de desechos orgánicos, se ingresa nuevamente al sistema de compostaje.

“Cuando tengas una tarea difícil que hacer, algo que parece imposible, solamente trabaja cada día un poco, todos los días un poco, y de repente verás que el trabajo estará terminado”.

(Karen Blixen)

4 Desarrollo del caso

4.1 Elección del sistema de compostaje

Una vez que se analizan los distintos sistemas de compostaje y las condiciones de la granja se elige desarrollar un sistema abierto.

Considerando la descripción de la granja, desarrollada en el capítulo 2, la elección del sistema de compostaje se considera la más adecuada. Además se destaca la abundante cantidad de guano de gallina, espacio suficiente para pilas y pasillos y un galpón en desuso para realizar las tareas de almacenamiento.

Se trata de un sistema sencillo, económico en cuanto a la formación de pilas, requiere de poco esfuerzo, mínima mano de obra y capacitación media para el desarrollo del proceso.

4.2 Identificación del Problema

En el proceso de compostaje de un sistema abierto, el volteo de las pilas de compost es fundamental, ya que permite controlar diversas variables del proceso. Este control es complejo, debido a que en el volteo se debe obtener un equilibrio entre todas las condiciones ideales de cada variable. Éste es muy importante para la calidad final del compost, pues si una o más variables no son bien controladas, puede variar el resultado final del producto respecto a lo proyectado.

4.3 Variables dependientes e independientes

En el proceso de volteo intervienen variables independientes, (aquellas que tienen la capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables. Se llaman así porque no dependen de otros factores para estar presente en el proceso) entre las que se destacan:

- Materiales compostables
- Tamaño de la pila.

También intervienen variables dependientes, (aquellas que son objeto de estudio, y que se modifican con las variables independientes) tales como:

- Temperatura
- Humedad
- Olores
- Tiempo de compostaje
- Porosidad

4.4 Planteamiento de alternativas

Seguidamente se exponen funcionamiento, ventajas y desventajas de tres opciones de máquinas volteadoras de compost, para luego realizar una comparación y decidir cuál es la alternativa más adecuada para cumplir con los objetivos.

Las máquinas que se presentan no son diseño propio, sino que se toma la idea de productores chilenos y colombianos, los cuales están muy avanzados en el tema de compostaje y maquinaria relacionada.

Alternativa 1: Pala Mecánica

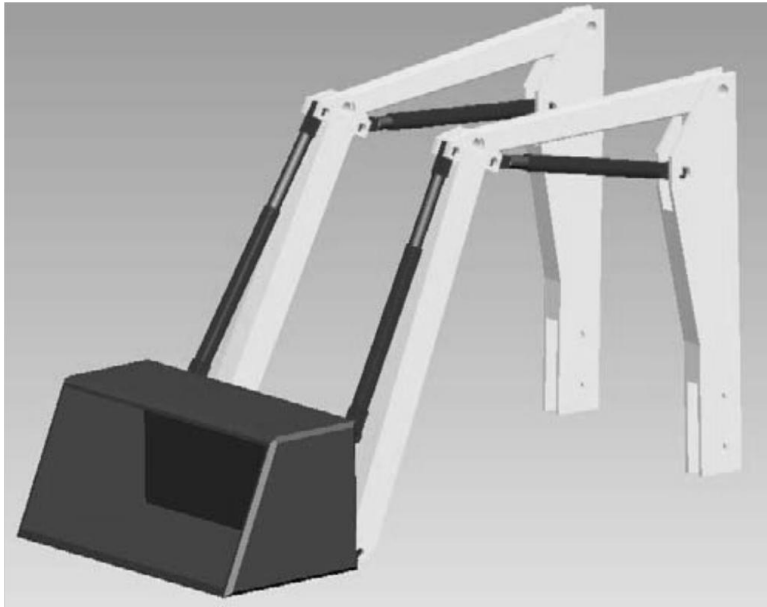
En esta alternativa se propone una pala frontal rectangular construida con planchas de acero y dos brazos articulados conectados a la pala frontal en uno de sus extremos (MONTERO AVENDAÑO, J.E., 2006). El otro extremo de los brazos se monta en un tractor (figura 28).

La Pala Mecánica es articulada con 4 pistones hidráulicos, dos de las cuales mueven los brazos en forma vertical y los otros dos la pala frontal, también verticalmente. Éstos van montados en los brazos y son comandados con los controles hidráulicos del tractor.

Funcionamiento: Con la pala se puede voltear el compost acercándose perpendicularmente a la pila desde un lateral de ésta y extrayendo compost para dejarlo a un costado o en el mismo lugar en que estaba. La manera adecuada para que la pala cumpla su función es elevar el material y dejarlo caer desde cierta altura

de manera que el compost se oxigene mientras cae al suelo, se debe realizar esto sistemáticamente hasta haber volteado todo el material de la pila (MONTERO AVENDAÑO, J.E., 2006).

Figura 28 - Pala Mecánica



Ventajas:

- » Se puede utilizar para varias aplicaciones similares a la del volteo de compost.
- » Permite formar una pila por primera vez, ya que la pala permite transportar la materia prima desde otro lugar.
- » Mínimo mantenimiento de la pala.
- » Utiliza solo el sistema hidráulico del tractor.
- » El tamaño de pila no resulta ser un limitante ya que permite trabajar con varios tamaños de pilas.

Desventajas:

- » El volteo es más complejo, ya que se debe contener por un costado la pila cada vez que se voltea el compost.
- » La homogeneidad de la pila volteada depende mucho del operario.

- » Montaje complejo con el tractor, a menos que quede conectada permanentemente.
- » Mayor deterioro de los pasillos entre pilas.

Vida útil e impacto ambiental: al tratarse de una máquina sencilla se considera una vida útil de 15 años (tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado, página 147), aunque depende del mantenimiento que se le realice, ya sea cambio de piezas deterioradas por el uso, pintura y lubricantes.

Con respecto al impacto ambiental, la pala mecánica cumple con leyes nacionales (Ley 11.430 - Art. N° 27, Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, Ley 24.449 – Art. N° 33, Ley de tránsito) y ordenanza municipal (Ordenanza N° 241/86 – Título V).

El dispositivo en cuestión cumple con los parámetros establecidos por la ley de tránsito para circular en ruta o calles; se puede trasladar como accesorio de un tractor o bien en un carro trasladador. Además por tratarse de un mecanismo sencillo no produce contaminación atmosférica ni sonora.

Alternativa 2: Elevadora de Compost

Esta alternativa está compuesta por una correa transportadora metálica que tiene paletas que levantan el material en todo su ancho con cierta separación entre una y otra. Esta correa va montada sobre ruedas de manera que éstas transmitan potencia y velocidad a la correa.

Las ruedas están montadas sobre una estructura metálica las cuales van conectadas a un reductor de velocidad y un cardán que transmite potencia desde el toma fuerza del tractor (figura 29).

La estructura de la elevadora es un solo conjunto de perfiles soldados que se monta sobre los brazos posteriores de un tractor y su tercer punto.

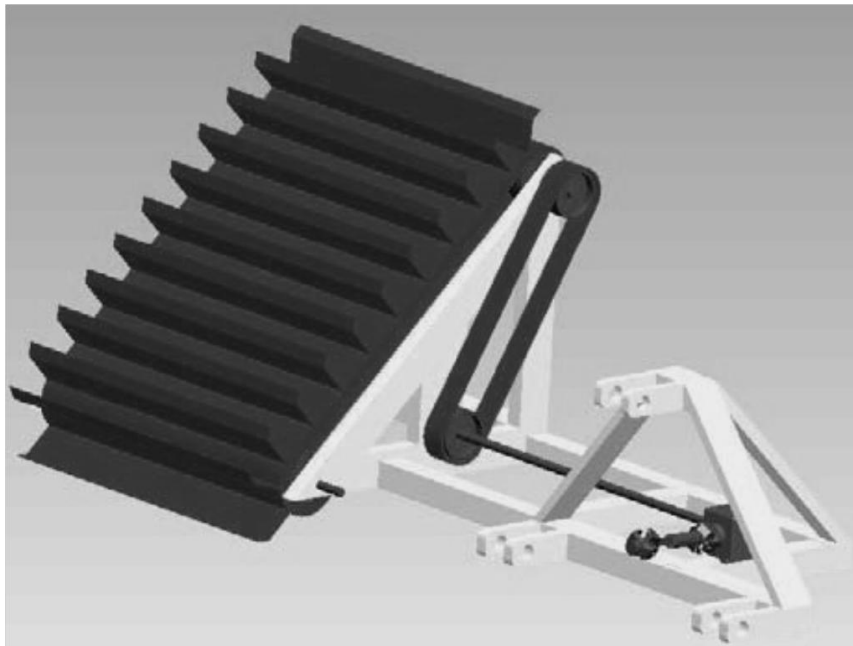
Funcionamiento: La elevadora se conecta a los brazos hidráulicos posteriores de un tractor y a la toma fuerza, de manera que se regula la altura de la máquina subiendo o bajando los brazos posteriores del tractor. Una vez regulada la altura de

la máquina se procede a elevar el compost de manera que el tractor se coloca paralelo a la pila de compostaje y avanza a lo largo de ésta lentamente.

El compost sube a través de la correa transportadora y cae en la parte posterior oxigenándose y perdiendo calor mientras cae nuevamente al suelo.

El compost se va ordenando en forma plana debido a que la correa también lo es. El proceso termina una vez que la máquina elevadora atraviesa toda la pila.

Figura 29 - Elevadora de compost



Ventajas:

- » Voltea ordenadamente el compost.
- » Menos complejo que la pala mecánica ya que trabaja menos el operario y, por ende, depende menos de él.
- » Deteriora menos los espacios entre pilas por no poseer ruedas.

Desventajas:

- » Sistema con un poco más de complejidad que las otras alternativas.
- » No realiza una pila con forma de prisma triangular, lo que es recomendable para compost de mejor rendimiento.

- » Puede quedar material orgánico de mayores dimensiones que las recomendadas debido a que el sistema no desarma completamente el material a descomponer.

Vida útil e impacto ambiental: por ser una máquina simple y dependiendo del mantenimiento preventivo y correctivo que se le realice, se supone una vida útil de 15 años teniendo en cuenta la tabla de vida útil de bienes físicos del activo inmovilizado (ver anexo página 147).

La propuesta cumple con ordenanza municipal (Ordenanza N° 241/86 – Título V) y leyes nacionales (Ley 11.430 - Art. N° 27, Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, Ley 24.449 – Art. N° 33, Ley de tránsito).

Se considera el acatamiento de estas normativas ya que es una máquina que no produce contaminación atmosférica ni sonora, a pesar de que se requiere de un tractor para su uso, éste no tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente. A su vez cumple con los parámetros de dimensiones, establecidos por la ley de tránsito, para circular en ruta o calles (en caso que se necesite trasladarla fuera de la zona rural).

Alternativa 3: Volteadora de Compost

Está compuesta por una estructura metálica que soporta el mecanismo completo, a su vez está soportada por un eje con ruedas en la parte posterior de la estructura y conectado a un tractor tanto en el enganche como en la toma fuerza de éste.

La Volteadora de Compost se divide principalmente en dos partes, una estructura móvil y una estructura base. La primera está pivotada de la estructura base por medio de un pistón hidráulico y dos conexiones inferiores. Esta parte móvil tiene una forma trapezoidal que en el interior la cruza un rotor con múltiples paletas configuradas en forma helicoidal. Este rotor va montado sobre rodamientos soportados por la estructura móvil y es accionado por un reductor de velocidad que está conectado al tractor por medio de un cardán (figura 30).

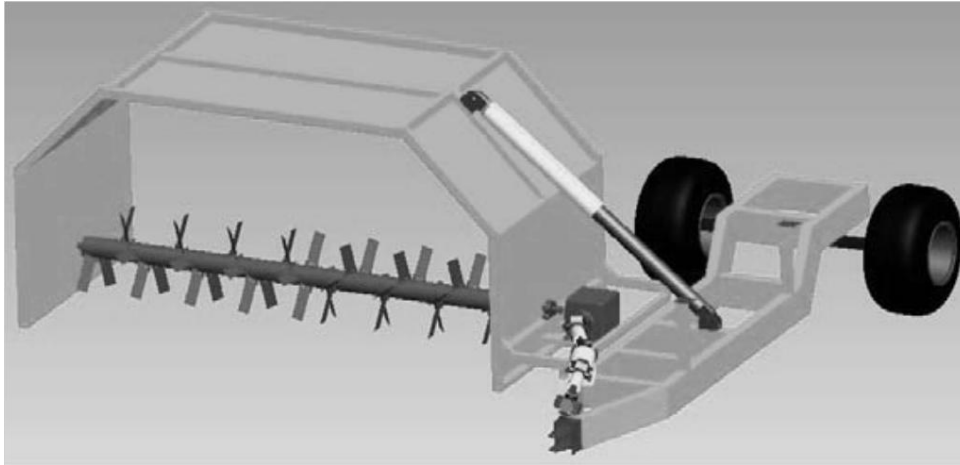


Figura 30 - Volteadora de compost.

La estructura móvil trabaja en forma horizontal y para su traslado se eleva con la ayuda del pistón hidráulico quedando en posición vertical.

Funcionamiento: La volteadora se conecta a un tractor en el enganche, a la toma fuerza y al sistema hidráulico. Una vez conectado todo el sistema correctamente se procede a girar, de manera que la pila sea volteada debido al movimiento del rotor. Este rotor eleva el material y lo impulsa hacia arriba y hacia atrás debido a la velocidad de giro de éste, que varía dependiendo del material entre las 850 a 1000 rpm (MONTERO AVENDAÑO, J.E., 2006). El compost va apilándose en la parte posterior de la volteadora en forma trapezoidal y pareja debido a que las paletas del rotor están configuradas de manera que se forman dos anillos sinfín que impulsan el material hacia el centro de la pila. La volteadora avanza a través de la pila arrastrada por el tractor que avanza paralelo a la pila de compostaje.

La pila es volteada completamente con una sola pasada del tractor con la volteadora a lo largo de ella.

Ventajas:

- » Realiza un adecuado volteo, permitiendo la oxigenación del compost al girar, lo que hace golpear el material contra la estructura mecánica móvil haciendo aumentar la porosidad interna de la pila.
- » La pila queda en forma trapezoidal.

- » Sistema simple y fácil de transportar ya que el pistón hidráulico eleva la parte móvil y queda en forma vertical de tal forma que se puede transportar como un carro de arrastre.
- » Sistema más rápido y eficiente que otros.
- » Poco mantenimiento.

Desventajas:

- » Diseñada solo para voltear compost.
- » Pilas iguales o menores a 2 metros de ancho y 1.5 metros de alto.

Vida útil e impacto ambiental: considerando que es una máquina sencilla y previendo que se necesita mantenimiento mínimo, se predice una vida útil de 15 años, ver en anexo tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado (ver página 147).

Desde el punto de vista ambiental, la máquina cumple con leyes nacionales (Ley 11.430 - Art. N° 27, Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, Ley 24.449 – Art. N° 33, Ley de tránsito) y ordenanza municipal (Ordenanza N° 241/86 – Título V).

La sencillez de la maquinaria permite cumplir con las reglas establecidas para la libre circulación, tales como ancho de máquina, tipo de ruedas, bocinas, luces, entre otras. El equipo en sí no genera ningún tipo de contaminación, y aunque para su funcionamiento se necesita de un tractor, éste no puede considerarse que su impacto sea negativo ya que su uso no es intensivo.

4.5 Selección de la alternativa

La elección se concibe comparando las ventajas y desventajas (tabla 10) que presentan los parámetros de cada una de las alternativas que se explicaron anteriormente.

En esta elección no se consideran costos debido a que no se cuenta con información suficiente en el mercado nacional sobre este tipo de maquinarias para

pequeños productores porque no hay demasiado conocimiento ni desarrollo sobre el tema.

Tabla 10: Comparación de alternativas

Parámetros	Alternativa 1 Pala		Alternativa 2 Elevadora		Alternativa 3 Volteadora	
	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Desventaja
Utilidad	Varias aplicaciones similares					Solo para compostaje
Homogeneidad pila		Mucha dependencia del operario		El sistema no desarma completamente el material	Adecuada	
Mantenimiento máquina	Mínima		Mínima		Mínima	
Complejidad máquina		Compleja		Mayor que Alt. 1 y 3	Simple	
Tipo volteo		Complejo	Ordenado		Rápido, eficiente	
Pasillos		Mucho deterioro	Poco deterioro			Mayor deterioro

Se presentan en la tabla anterior una comparativa de las distintas opciones de máquina para el volteo de compost. A partir de esto y luego de un debate con el dueño de la granja - se considera importante su opinión porque está involucrado en el tema y participa en diferentes eventos relacionados que organizan distintas instituciones avícolas y Córdoba Ambiente - se decide como mejor alternativa la “Volteadora de Compost” (alternativa 3).

Elegida la máquina, en el próximo capítulo se lleva a cabo un análisis de costos para definir si se compra o se construye.

4.6 Calidad del compost: pruebas de comprobación

Compostar bien es cuestión de aprendizaje, tiempo, práctica y experiencia; hay ciertas condiciones particulares de cada situación y persona que composte, que hacen que esto no sea una ciencia tan exacta.

Por ello, para intentar saber si el proceso de compostaje realizado es adecuado se realizan determinadas comprobaciones:

4.6.1 Primeras pruebas de comprobaciones prácticas y sencillas

A continuación se describen diferentes características (CAMPITELLI, P., et al. 2010) a tener en cuenta para determinar en primera instancia y mediante la observación, la calidad y estado del compost, estas son:

- ♦ Olor: Es la primera prueba para saber si el compost está incompleto o no está en buenas condiciones de ser utilizado.
Los materiales orgánicos frescos tienen inicialmente un olor característico, debido a la fase de descomposición de ácidos orgánicos, estos olores anómalos desaparecen con el proceso de compostaje.
El olor característico de un compost en condiciones de ser usado (estable y maduro) es semejante al de un suelo de bosque (similar al de tierra húmeda) y es causado fundamentalmente por los actinomicetos.
- ♦ Color: El compost se oscurece durante el proceso de compostaje, llegando a un color marrón oscuro o casi negro. El cambio de color se puede detectar visualmente y es causado por el proceso de humificación de la materia orgánica.
- ♦ Temperatura: La temperatura se estabiliza, igualándose a la temperatura ambiente y no varía con los volteos.
- ♦ Pureza: En el material compostado no se debe observar la presencia de materiales inertes como vidrios, plásticos, metales o suelo.
- ♦ Estructura del compost. Otra forma de comprobar si el resultado es satisfactorio es comprobar la textura del compost. Se hace mediante la técnica del puño (explicada en capítulos anteriores):
 - Si al soltar se desmorona y se cae, se está ante un compost seco

- Si por el contrario se desliza agua por la mano y gotea, hay un exceso de humedad (puede ser falta de aireación)
- Si el puñado de compost se mantiene con buena estructura, no escurre agua, ni se descompone se está ante un compost en buenas condiciones.



Figura 31 – Compost maduro

4.6.2 Características químicas del compost

Se pueden realizar otras comprobaciones, además de las enumeradas anteriormente, para determinar características químicas del compost (CAMPITELLI, P., et al. 2010). Las principales son:

- ✧ Valor de pH: Este parámetro sufre oscilaciones durante el proceso de compostaje. Generalmente al final del proceso se estabiliza entre 6,5-8.
Metodología práctica: Colocar una muestra de compost en 5 partes de agua destilada, agitar durante 30 minutos de manera esporádica y dejar descansar durante 30 minutos más. Luego determinar el pH en la solución sobrenadante.
- ✧ Carbono orgánico total: De acuerdo a criterios utilizados por la Unión Europea los productos utilizados como abono orgánico no deberían contener niveles inferiores a 20% de COT (Carbono Orgánico Total).

Metodología práctica: A una masa conocida de muestra debidamente acondicionada se la calcina en una cápsula de porcelana durante 5 horas a una temperatura de 550°C. Luego se calcula el porcentaje de carbono orgánico total y de cenizas de la muestra referido al peso seco de la muestra.

- ✧ Nitrógeno total (NT): Es un parámetro muy variable en función del material original utilizado para la realización del compost como así también depende del tiempo del proceso y de las características del mismo.

Metodología práctica: Esta determinación está basada en la mineralización del nitrógeno orgánico de la muestra mediante digestión con ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄).

- ✧ Relación Carbono/Nitrógeno: La relación (C/N) está relacionada con el balance nutricional. La relación adecuada esta en el rango de 25-35, debido a que se considera que los microorganismos requieren 30 partes de C por cada parte de N.

Se considera que un compost se encuentra en condiciones de ser utilizado cuando la relación C/N es entre 15-20.

4.6.3 Principales características biológicas

Los métodos biológicos determinan el grado de madurez basándose en un test de fitotoxicidad (CAMPITELLI, P., et al. 2010). Los test con plantas, usados en investigación y en estándares de calidad pueden dividirse en cuatro categorías: test de germinación (incluye el desarrollo de raíces), test de crecimiento, combinación de test de germinación y crecimiento y otros métodos biológicos como la determinación de las actividades enzimáticas.

Índice de germinación

Este método se basa en el efecto negativo que provoca la aplicación de compost inmaduros sobre la germinación de semillas debido a la presencia de compuestos fitotóxicos presentes en estos productos.

Estos test consisten en la obtención de un extracto acuoso del material que es utilizado para regar placas donde se hacen germinar semillas. En general un

compost se considera en condiciones de uso cuando el índice de germinación está entre 50-80%, dependiendo el criterio de calidad de cada autor.

Para el cálculo del Índice de Germinación (IG), a los 7 días de incubación se considera el número de semillas germinadas y el largo de las radículas de las semillas en los distintos tratamientos y en un control que se riega solo con agua destilada.

$$IG = \frac{GT \times RT}{GC \times RC} \times 100$$

Donde:

GT: Número de semillas germinadas en el tratamiento.

GC: Número de semillas germinadas en control.

RT: Promedio del largo de las raíces de las semillas germinadas en el tratamiento.

RC: Promedio del largo de las raíces de las semillas germinadas en el control.

4.6.4 Categorías de calidad de compost

Para determinar las categorías de calidad de compost (CAMPITELLI, P., et al. 2010) se debe contar con un programa específico llamado “Compost Predictor” en el cual se ingresan los valores obtenidos para las variables pH, COT, NT, IG determinados de acuerdo a las técnicas explicadas precedentemente.

La clasificación de las categorías es la siguiente:

≈ **Calidad A:** es considerada una categoría de “alta calidad”. Las muestras pertenecientes a este grupo presentan valores elevados de carbono orgánico total y de nitrógeno, valores aceptables de germinación y valores de pH cercanos a la neutralidad.

Estos materiales pueden utilizarse como abono orgánico contribuyendo a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y son inocuos para las plantas.

≈ **Calidad B:** es considerada una categoría de “calidad media”. Teniendo valores intermedios de carbono orgánico total, nitrógeno total, pH e índice de germinación entre las categorías de calidad A y C.

En general, se trata de materiales que pueden estar todavía inestables, lo cual se soluciona con un mayor tiempo de proceso.

≈ **Calidad C:** es considerada una categoría de “baja calidad”. Las muestras pertenecientes a esta categoría presentan valores de pH demasiado elevados e inapropiados valores de índice de germinación. Sin embargo, es posible que posean valores de carbono orgánico total y nitrógeno total elevados.

Se recomienda no utilizar este tipo de compost en suelos agrícolas productivos porque pueden tener algún grado de fitotoxicidad para las plantas, además deteriorar la calidad del suelo.

“Para ser buena, una idea ha de seguir siendo buena durante las próximas siete generaciones. Si no es buena como mínimo para siete generaciones, no es una buena idea”
(Precepto iraquí)

5 Máquina volteadora de compost

Una vez que se realiza la selección de la alternativa adecuada para el proceso de compostaje -volteadora de compost-, se procede a analizar costos para posteriormente decidir comprar o construir.

5.1 Material a compostar

El material que se utilizará para compostar por medio de la máquina volteadora es guano de gallina generado en la granja “El Callejón”, como se menciona en el comienzo del trabajo.

5.2 Análisis de costos

Se procede a analizar los costos de materiales, piezas y mano de obra; luego se compara con alternativas de máquinas volteadoras que ofrece el mercado internacional.

5.2.1 Costos de materiales y piezas

Para la construcción de una máquina volteadora se solicitaron precios de los diferentes materiales y piezas que se necesitan para la misma. Las cotizaciones fueron brindadas personalmente el miércoles 26 de marzo de 2014 por Masider, Audrito Neumáticos, Hidráulica Río Tercero y Ferretería Industrial.

5 Máquina volteadora de compost

Tabla 11: Costos de piezas

Piezas	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Neumáticos R13	2	\$2.800	\$5.600
Neumáticos Ø450mm	1	\$980	\$980
Pistón hidráulico 2m máx.	1	\$12.280	\$12.280
Cardan	1	\$5.500	\$5.500
Soporte cardan	1	\$1.430	\$1.430
Crucetas cardan		\$475	\$475
Caja escuadra reductora	1	\$4.800	\$4.800
Acople piñón ½ 30 dientes	1	\$120	\$120
TOTAL			\$31.185

Tabla 12: Costo de materiales

Materiales	Medidas	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Caño cuadrado	60x60x3.2mm	12m	\$96,028	\$1.152,34
Caño rectangular	60x40x3.2mm	32mm	\$34,422	\$1.101,49
Plancha	1,5mm	9m ²	\$280	\$2.520
Plancha	3mm	1m ²	\$440	\$440
Plancha	4mm	1m ²	\$688	\$688
Plancha	5mm	1m ²	\$733	\$733
Plancha	10mm	1m ²	\$1052	\$1.052
Tubo (eje)	Ø125mm e=5mm	2m	\$225,50	\$451
Pernos c/ tuerca	10mm	110 unid.	\$1	\$110
Pernos c/ tuerca	25mm	2 unid.	\$2,5	\$5
Barra redonda	1 ½"	1m	\$162,50	\$162,50
Barra cuadrada	1¾" x 1¾"	2m	\$260	\$520
TOTAL				\$8.935,33

Para construir una máquina volteadora que sea capaz de cumplir con los requisitos del proceso de compostaje se necesita realizar la siguiente inversión (ver presupuesto de mecanizado de rolo y armado de estructura en páginas 147 y 148 de anexo).

Costo piezas: \$31.185,00

Costos materiales: \$ 8.935,33

Costo mecanizado rolo: \$15.000,00

Costo armado estructura: \$ 25.000,00

INVERSIÓN TOTAL: \$ 80.120,33

5.2.2 Alternativas del mercado

En el caso que se opte por comprar, una empresa colombiana, Ideagro Grupo Industrial, ofrece una máquina volteadora de compost Agaris 2,20 (figura 32) a un precio de \$120.000+IVA*. La inversión asciende aproximadamente a **\$153.000**, considerando que el costo del transporte es el 5% del costo total de la máquina), (ver ficha técnica en páginas 149 y 150 de anexo).

Se solicitó además cotizaciones a otras empresas que importan desde España pero no se obtuvo respuestas (ver correos electrónicos en página 151 de anexo).

En el mercado nacional por el momento no se construyen este tipo de máquinas para pequeños productores, además no hay mucho conocimiento ni experiencia en el tema de volteo de compost.

El INTA de Castelar en conjunto con la empresa El Pato están trabajando en el diseño de estas maquinarias pero aún no han obtenido buenos resultados según lo dialogado (participación en eventos agrícolas) con personal de la empresa mencionada (ver noticia en página 154 de anexo).



Figura 32 - Volteadora Agaris 2,20

5.2.3 Definición de la mejor opción

A partir de los datos recabados y considerando las necesidades de inversión para cada caso:

Construir	Comprar
\$80.120,33	\$153.000,00

Se resuelve construir una volteadora de compost, ya que es la opción más económica, se cuenta con gente confiable para construirla y se puede disponer en el corto plazo.

5.3 Características de máquina volteadora

El diseño y construcción de la máquina depende del volteo del guano de gallina.

El rotor es el conjunto de piezas que voltean el material a compostar, de modo que permite controlar las diferentes variables que se presentan en el proceso, tales como: humedad, temperatura, tamaño de partícula y dimensión de pila.

Es una pieza fundamental de la máquina, por eso es el punto de partida para la construcción de la misma.

5.3.1 Rotor, paletas y soportes de paletas

El rotor tiene como función principal mantener la forma de la pila (prisma triangular), a su vez debe homogeneizar el material, debiendo hacer que todo el material pase por la misma temperatura para que finalizado el proceso, el producto sea estable.

Considerando que las medidas adecuadas de una pila son 2 metros de ancho y 1,5 metros de alto y en forma trapezoidal, el rotor es de 2 metros de largo conformado por paletas ubicadas en distintas direcciones, de tal forma que cumplan con las condiciones de volteo.

Las paletas van abulonadas a los soportes de paletas, los cuales están soldados al rotor. Ambos son de acero SAE 1010 y se ubican desde los laterales hacia el centro del rotor, de tal manera que forman dos helicoides que apuntan hacia el centro, simulando un tornillo sin fin.

La ubicación de las paletas es lo que le da forma de prisma triangular a la pila de compost.

Las dimensiones y detalles de las paletas y soportes se observan en planos adjuntos en el siguiente punto 5.3.2.

El eje del rotor es un eje de tracción de acero SAE 1045. En sus extremos tiene soldado placas de acero de 25 mm de espesor cada una, que van soldadas con barras sólidas del mismo acero en el centro de éstas y se montan en las cajas de rodamientos soportados por la estructura móvil (figura 33).

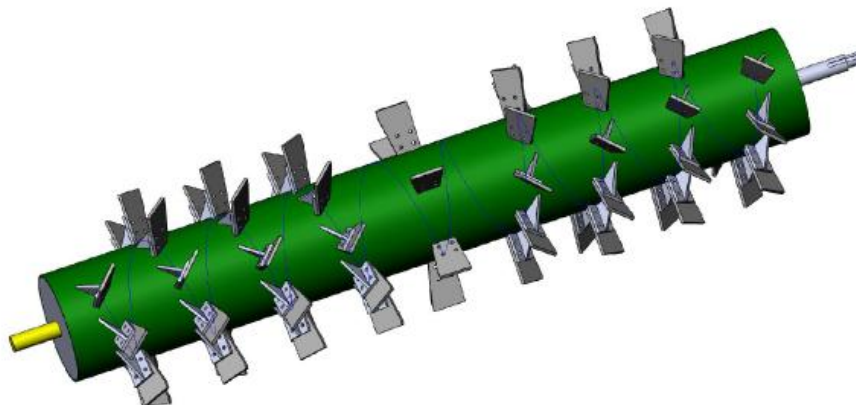
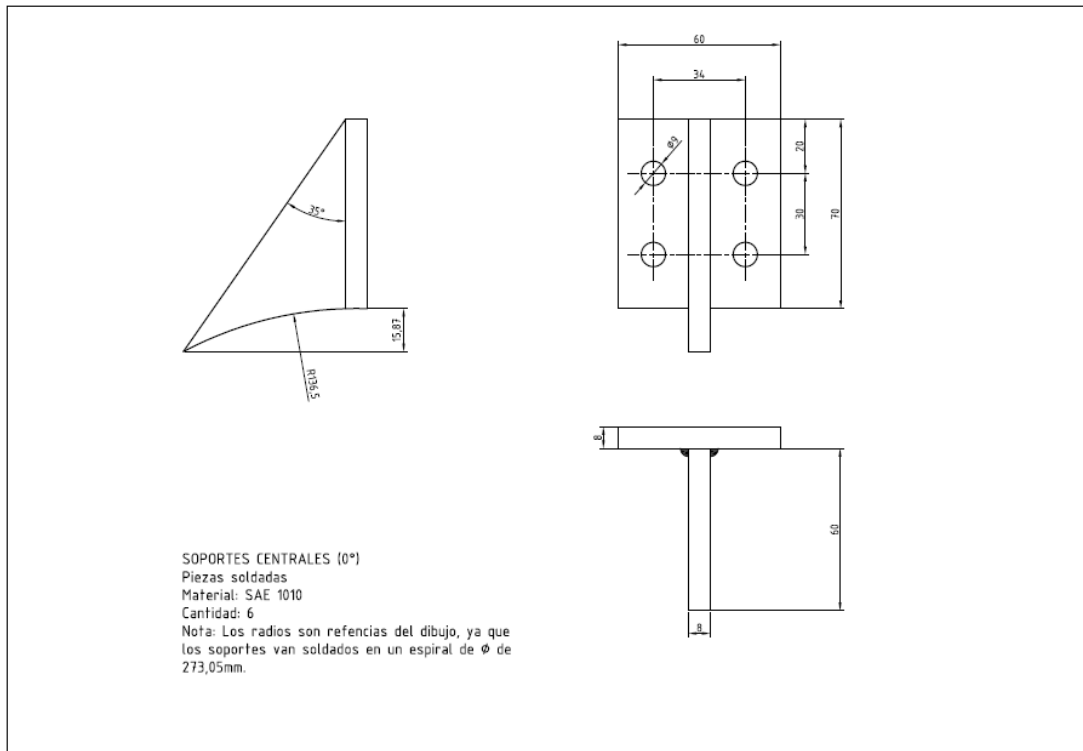


Figura 33 – Eje rotor en 3D

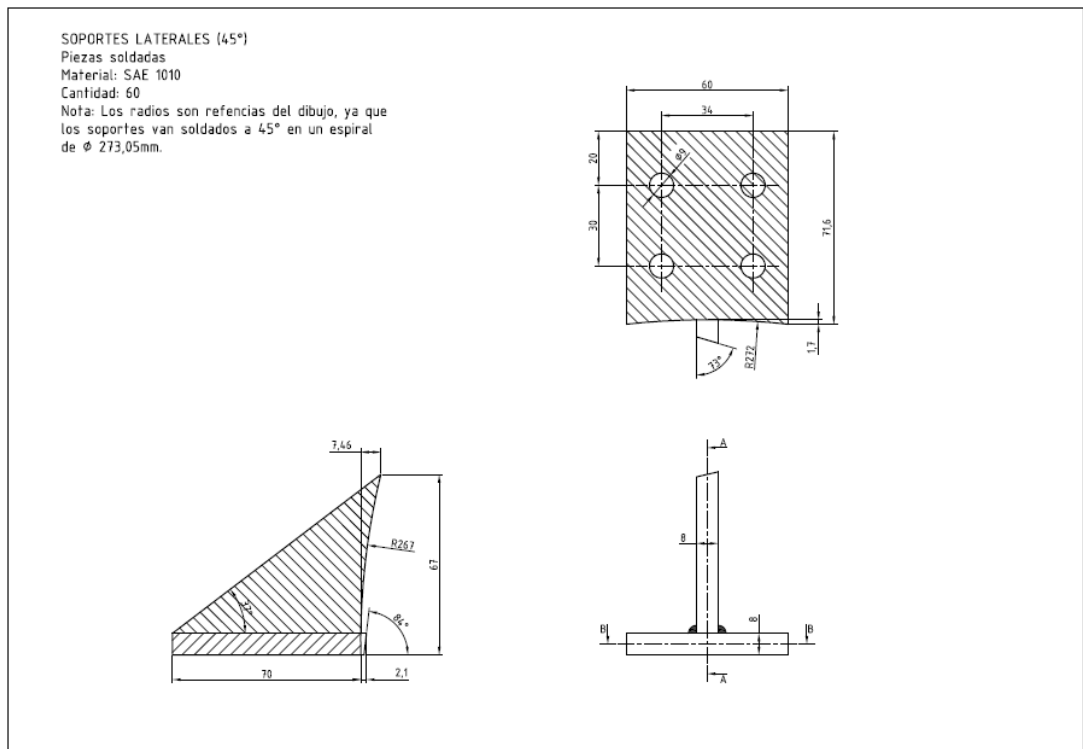
5.3.2 Planos de piezas importantes

Seguidamente se muestran planos de las paletas, soportes y del rotor en general, considerando que es la pieza fundamental de la máquina (y para lograr el correcto volteo de una pila) se le dio especial relevancia.

5.3.2.3 Plano de soportes centrales de paletas

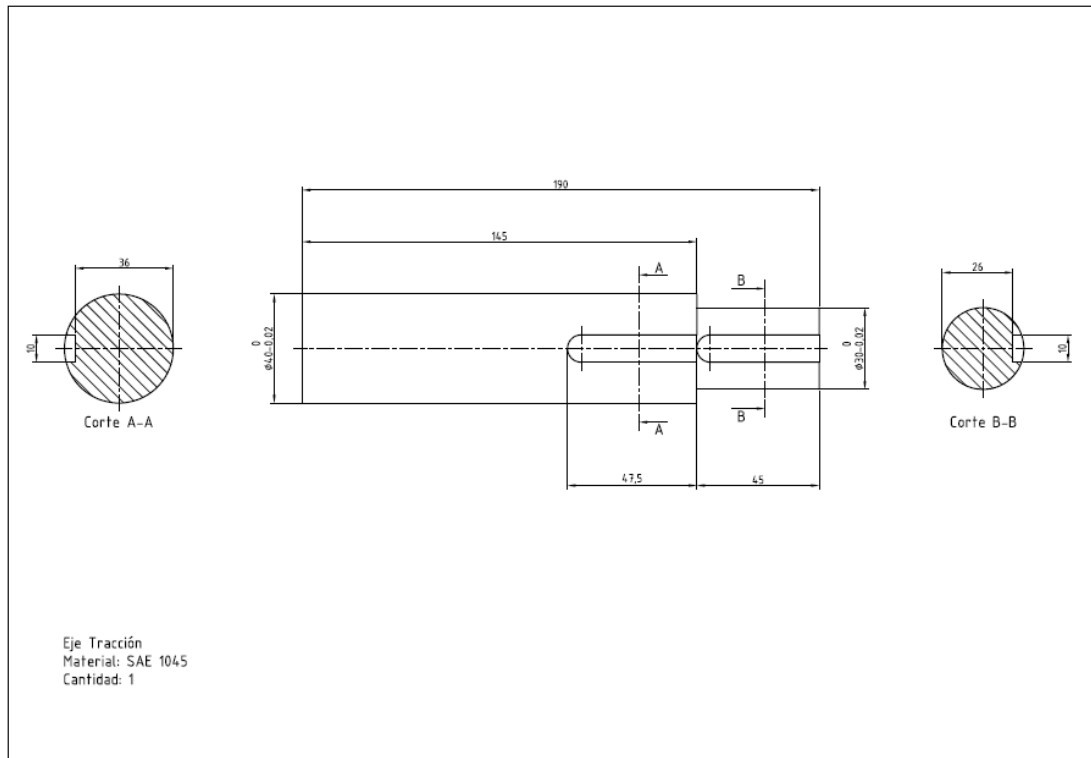


5.3.2.4 Planos de soportes laterales de paletas

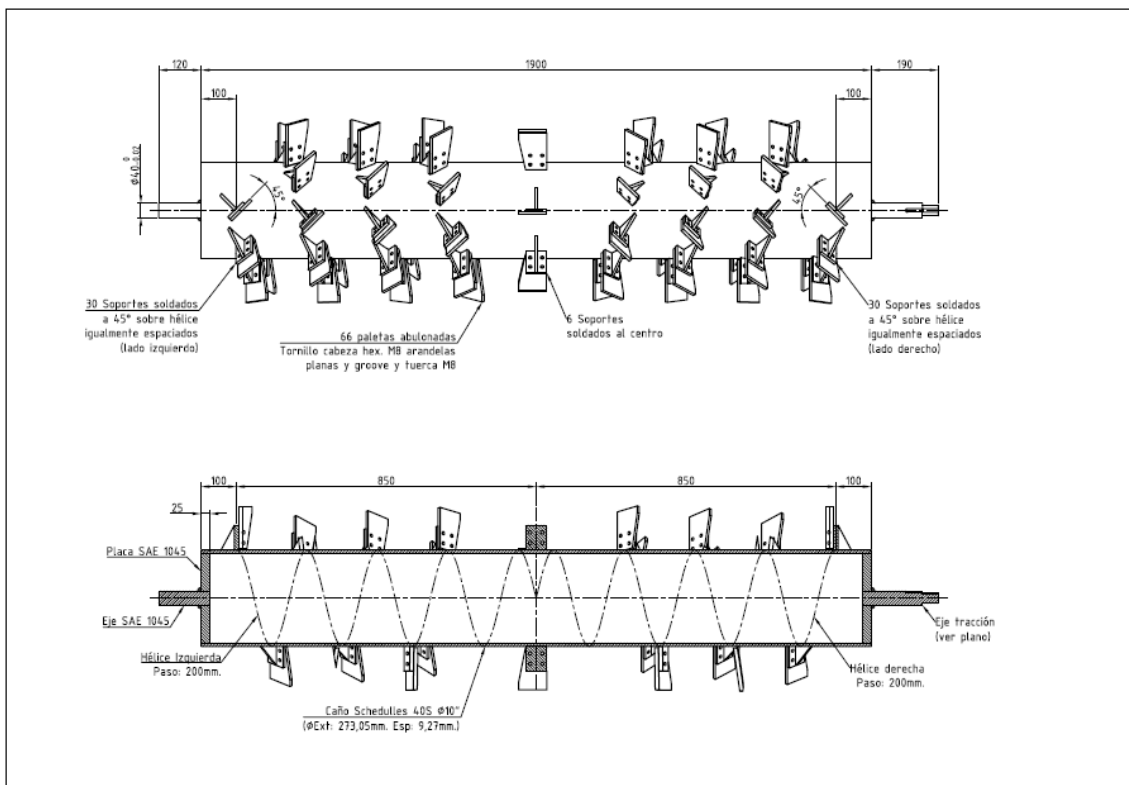


5 Máquina volteadora de compost

5.3.2.5 Plano en detalle de eje de tracción



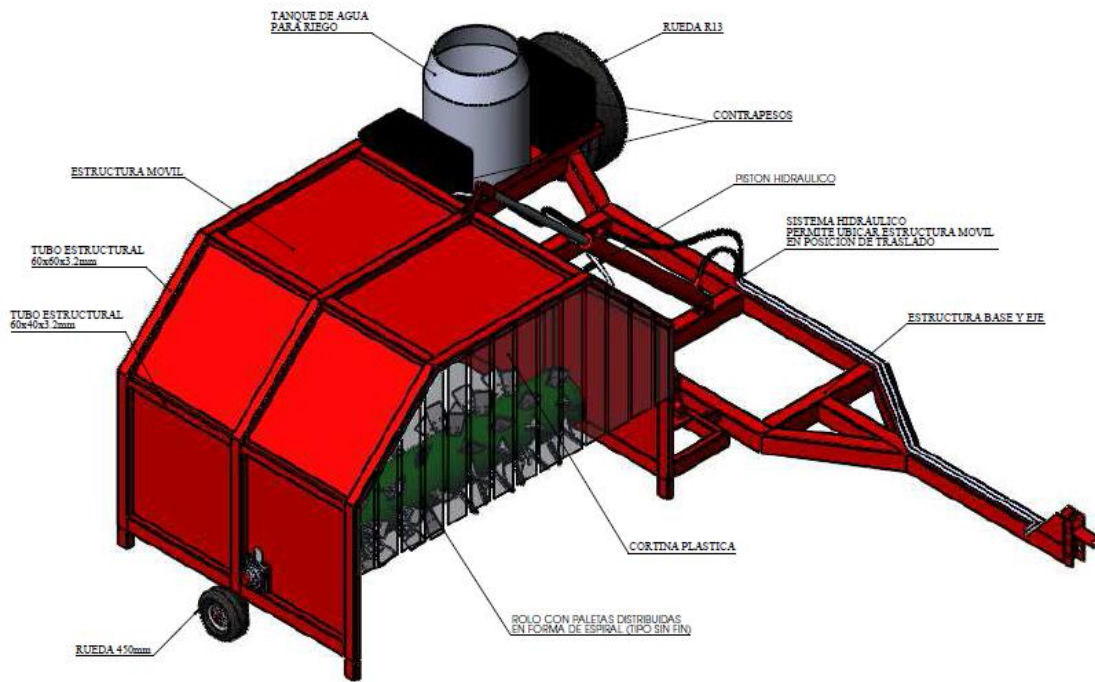
5.3.2.6 Plano conjunto rolo



5.3.3 Planos generales de máquina volteadora de compost

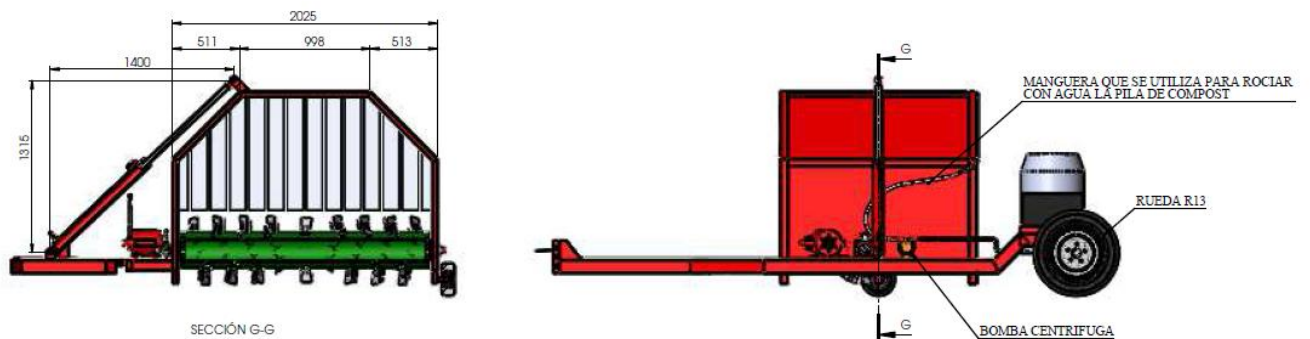
Inmediatamente se muestran planos con medidas y descripciones de componentes de la máquina.

5.3.3.1 Vista isométrica



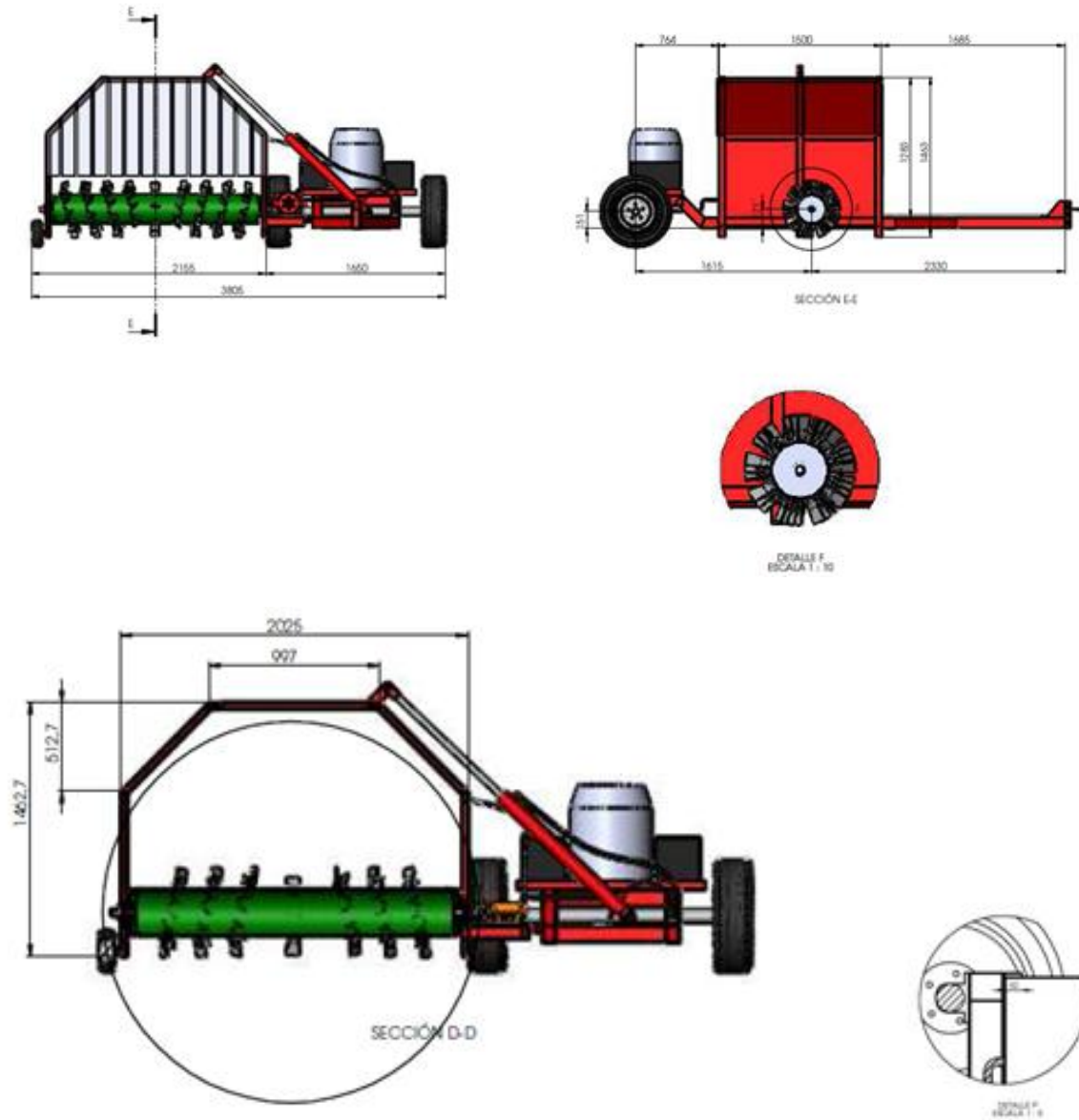
Vista Isometrica

5.3.3.2 Vista frontal y lateral derecha

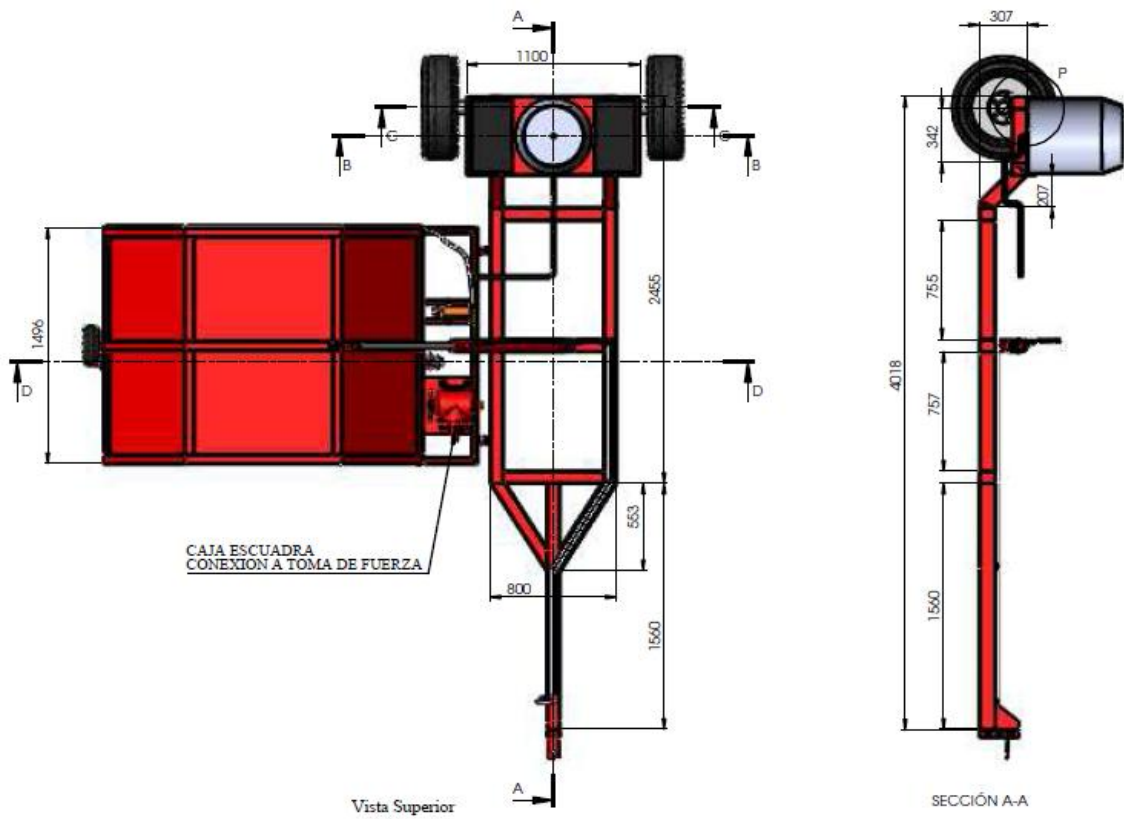


Vista Lateral Derecha

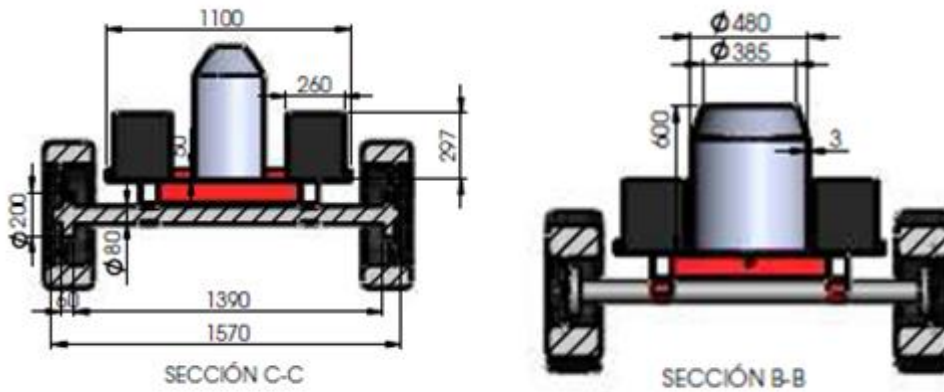
5.3.3.3 Vista frontal, lateral izquierda y detalles en conexión de rolo



5.3.3.4 Vista superior



5.3.3.5 Vista trasera



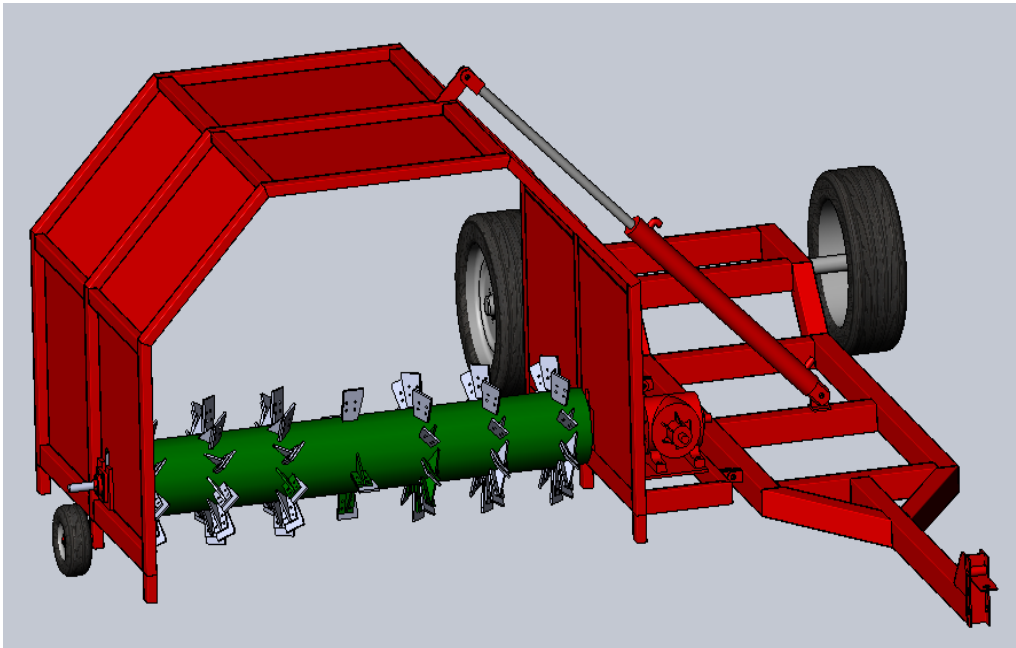
5.3.4 Generalidades

Se presentan las características generales y más relevantes de la máquina:

- ~ Sistema de levante hidráulico de alta eficiencia.
- ~ Paletas del rotor de acero endurecido intercambiables ya que están abulonadas.
- ~ Contrapeso que garantiza la estabilidad de la máquina, evita la deriva lateral.
- ~ Construcción robusta, chasis y rotor.
- ~ Buena transmisión.
- ~ Sistema de acoplamiento de la mejor calidad.
- ~ Sistema Cardan.

Sucesivamente se exponen imágenes de las distintas posiciones de la máquina, hasta quedar en 45° y poder trasladarla (figuras 34 a 36).

Figura 34 - Máquina volteadora en posición de trabajo



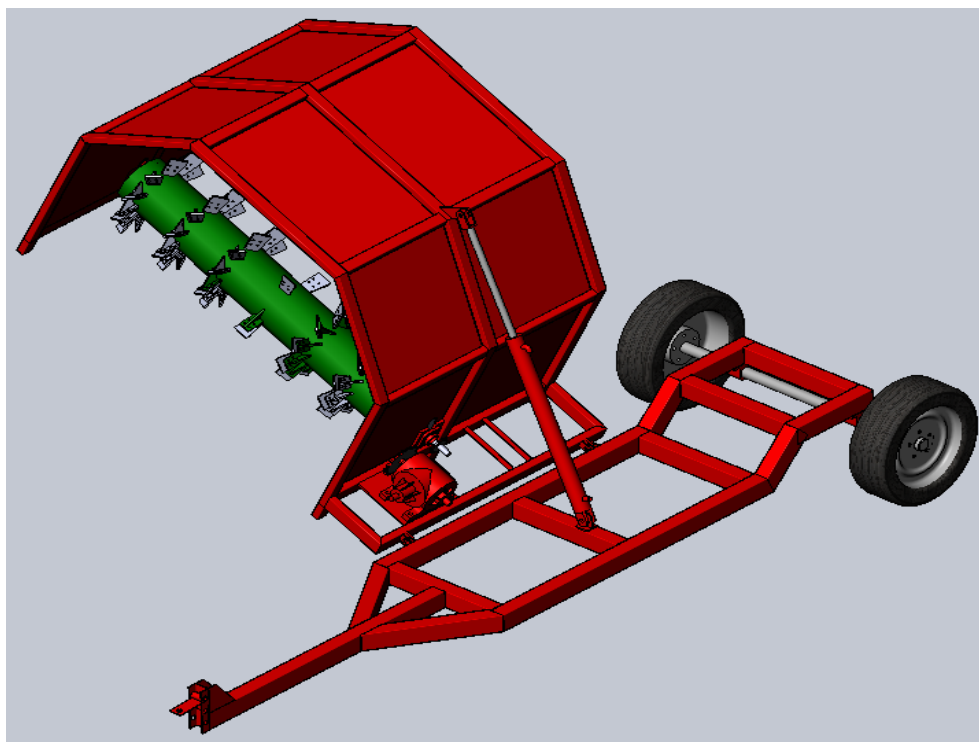


Figura 35 - Máquina volteadora a 45°.

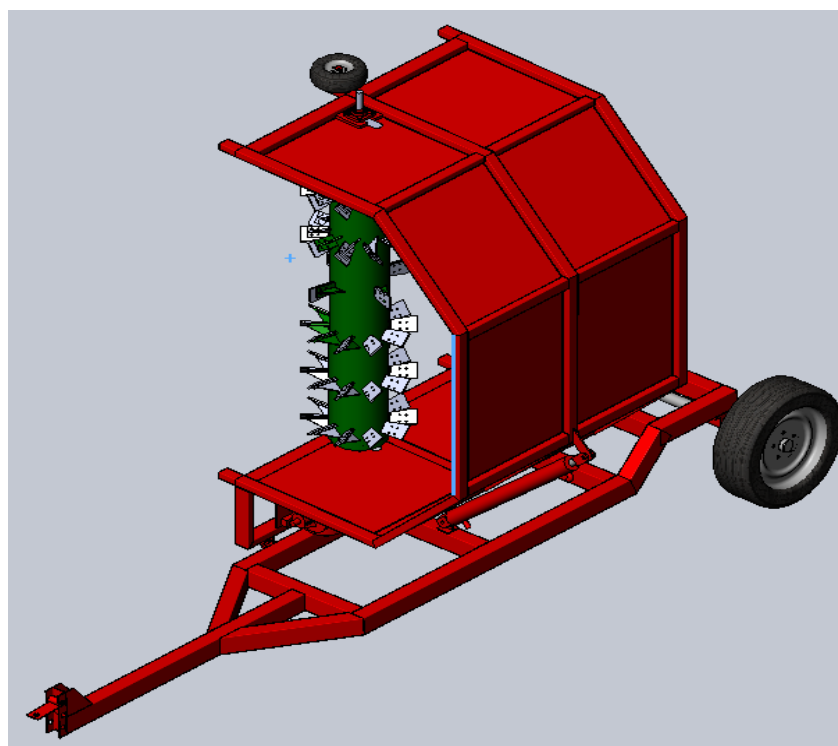


Figura 36 - Máquina volteadora en posición de traslado.

"Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica. Esa fuerza es la voluntad."
(Albert Einstein)

6 Desarrollo práctico

En la granja “El Callejón” se lleva a cabo una prueba piloto para comprobar el funcionamiento de la volteadora y observar el proceso biológico que se lleva a cabo para la obtención de compost.

En el transcurso del proceso se tomaron registros de los diferentes parámetros que intervienen. Además se consideraron las condiciones climáticas ya que son un factor muy influyente.

En este capítulo se presentan los datos de temperatura, humedad, precipitaciones, condiciones ambientales y fechas relevadas en el transcurso del proceso de compostaje.

6.1 Cronograma de tareas

Este apartado muestra el cronograma de tareas que se propuso llevar a cabo en el transcurso del proceso de compostaje. Para esto se tuvo en cuenta las recomendaciones descritas en capítulo anterior (ver página 57). Se marca con una cruz (x) las mediciones/tareas que se planifican realizar cada semana, en base a esta planilla y lo que suceda en el transcurso del compostaje es lo que se obtendrá como resultado final.

En dicho cronograma se destacan las semanas que involucra cada etapa del proceso (definidas primeramente en el punto 3.4 de la página 37) y a su vez se las identifica con diferentes colores para distinguirlas visualmente, estos son:

Etapa mesófila → Verde

Etapa termófila → Violeta

Etapa mesófila 2 → Anaranjado

Etapa de maduración → Celeste

6 Desarrollo práctico

Tabla 13: Cronograma de tareas

Tareas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
	27-04 / 03-05	04-05 / 10-05	11-05 / 17-05	18-05 / 24-05	25-05 / 31-05	01-06 / 07-06	08-06 / 14-06	15-06 / 21-06
Temperatura	X		X	X	X	X		X
Humedad	X		X		X	X		
Volteo		X	X	X		X		X
Aspecto pila	X	X		X		X	X	

Tareas	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
	22-06 / 28-06	29-06 / 05-07	06-07 / 12-07	13-07 / 19-07	20-07 / 26-07	27-07 / 02-08	03-08 / 09-08	10-08 / 16-08
Temperatura			X		X		X	
Humedad	X		X			X		
Volteo		X	X				X	
Aspecto pila	X		X				X	X

Tareas	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24
	17-08 / 23-08	24-08 / 30-08	31-08 / 06-09	07-09 / 13-09	14-09 / 20-09	21-09 / 27-09	28-09 / 04-10	05-10 / 11-10
Temperatura	X		X				X	
Humedad		X					X	
Volteo				X				X
Aspecto pila	X			X		X		

Tareas	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 31	Semana 32
	12-10 / 18-10	19-10 / 25-10	26-10 / 01-11	02-11 / 08-11	09-11 / 15-11	16-11 / 22-11	23-11 / 29-11	30-11 / 06-12
Temperatura		X		X		X		
Humedad				X			X	
Volteo			X				X	X
Aspecto pila			X				X	

Tareas	Semana 33	Semana 34	Semana 35	Semana 36	Semana 37	Semana 38
	07-12 / 13-12	14-12 / 20-12	21-12 / 27-12	28-12 / 03-01	04-01 / 10-01	11-01 / 17-01
Temperatura		X		X		
Humedad	X					
Volteo			X			
Aspecto pila		X			X	X

6.2 Condiciones iniciales

Se presentan los datos relevados al momento de iniciar el proceso de compostaje:

Fecha inicio = Sábado 03 de mayo de 2014

Temperatura ambiente = 20°C

Temperatura de pila = 15°C

Cantidad inicial de residuo = 20.000 Kg

Contenido de pila (%)= 90% Guano de gallina+10% Fibra (aserrín de pino + césped)

Contenido de pila (Kg)= 18.000 Kg Guano de gallina+2.000 Kg Fibra (aserrín de pino + césped)

6.3 Dimensiones de la pila

Las dimensiones de la pila se calcularon teniendo en cuenta el punto 3.9.3 de la página 60. Según los datos y desarrollando los cálculos necesarios se obtuvo lo siguiente:

Datos:

- Cantidad de residuo orgánico por mes = $m_1 = 20000$ Kg
- Densidad considerada = $\delta_1 = 250$ Kg/m³

* Cálculo de Volumen (V_1):

$$\delta_1 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{m_1 (\text{kg})}{V_1 (\text{m}^3)} \rightarrow V_1 (\text{m}^3) = \frac{m_1 (\text{Kg})}{\delta_1 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$V_1 (\text{m}^3) = \frac{20000 \text{ Kg}}{250 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)} \rightarrow \boxed{V_1 = 80 \text{ m}^3}$$

*Cálculo de longitud de pila (z):

Se supone: x (ancho) = 2 m

y (alto) = 1.5 m

z (largo) =?

$$V_1 = \frac{x*y}{2} * z \rightarrow z = \frac{2*V_1}{(x*y)}$$

$$z = \frac{2*80 \text{ m}^3}{(2\text{m}*1.5\text{m})} \rightarrow \boxed{z = 53,33 \text{ m}}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, las pilas a conformar tendrán aproximadamente las siguientes dimensiones:

- † Ancho: 2.00 metros
- † Alto: 1.50 metros
- † Largo: 50.00 metros

Se confeccionan 6 pilas de 50 metros de largo, estas ocupan aproximadamente 2 hectáreas de la granja, en la figura 37 se muestra la ubicación geográfica.

Figura 37 – Zona de pilas de compostaje



6.4 Resumen de cantidad de lluvia caída por mes

A continuación se presenta un resumen (tabla 14) de la cantidad de días que hubo lluvias y los milímetros caídos:

Tabla 14: Lluvia caída por mes

Días	mm caídos
02/05	1
10/05	9
16/05	52
19/05	3
20/05	1
21/05	1
TOTAL: 6 días	67 mm

Días	mm caídos
11/07	1
13/07	3
TOTAL: 2 días	4 mm

6 Desarrollo práctico

Días	mm caídos
03/09	25
04/09	3
19/09	1
28/09	1
30/09	1
TOTAL: 5 días	31 mm

Días	mm caídos
03/10	52
04/10	58
31/10	6
TOTAL: 3 días	106 mm

Días	mm caídos
01/11	20
07/11	1
10/11	2
13/11	1
18/11	2
19/11	10
20/11	25
25/11	11
29/11	29
TOTAL: 9 días	101 mm

Días	mm caídos
09/12	11
11/12	10
14/12	1
15/12	13
17/12	10
26/12	19
29/12	1
31/12	12
TOTAL: 8 días	77 mm

Días	mm caídos
06/01	47
10/01	25
12/01	43
17/01	7
19/01	37
27/01	7
TOTAL: 6 días	166 mm

6.5 Mediciones de temperatura y humedad

A continuación se presentan las mediciones que se realizaron en el transcurso del proceso. Se observa que hay desviaciones con respecto al cronograma teórico detallado anteriormente, como consecuencia de las condiciones climáticas.

Al igual que la tabla 13 de la pág. 105, se destacan las etapas del proceso con sus respectivos colores.

Tabla 15: Mediciones de temperatura, humedad y observaciones del proceso.

Días	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Volteo	Etapas del proceso
03-05	18	> 60%	—	Mesófila
10-05*	—	—	—	Mesófila
17-05**	53	> 60%	Si	Termófila
24-05**	65	> 60%	Si	Termófila
31-05	48	40% - 60%	—	Termófila
07-06	39	40% - 60%	Si	Mesófila 2
14-06	—	—	—	Mesófila 2
21-06	42	—	Si	Mesófila 2
28-06	—	< 40%	—	Mesófila 2
05-07	37	< 40%	Si	Mesófila 2
12-07**	20	> 60%	Si	Maduración
26-07	13	—	—	Maduración
02-08	—	40% - 60%	—	Maduración
09-08	19	—	Si	Maduración
23-08	17	—	—	Maduración
30-08	—	< 40%	—	Maduración
06-09**	18	—	Si	Maduración
13-09	—	40% - 60%	—	Maduración
27-09**	—	—	Si	Maduración
04-10*	—	—	—	Maduración
11-10	20	> 60%	Si	Maduración
25-10	28	40% - 60%	—	Maduración
01-11*	—	—	—	Maduración
08-11**	16	> 60%	Si	Maduración
22-11**	26	> 60%	—	Maduración
29-11*	—	—	—	Maduración
13-12**	—	> 60%	Si	Maduración
20-12**	24	> 60%	—	Maduración
27-12	—	< 20%	—	Maduración
03-01	28	—	Si	Maduración
10-01*	—	—	—	Maduración
17-01*	—	—	—	Maduración

*Hubo precipitaciones en estos días, por lo cual las observaciones/ mediciones que estaban previstas no se pudieron concretar.

**Hubo precipitaciones en los días anteriores, las cuales influyen en el proceso y mediciones.

Las mediciones (figura 38) de control de temperatura se realizaron con un termómetro apto para tal fin (figura 39).

El control de humedad se llevo a cabo empleando la técnica del puño (ver página 58), según descrito en capítulo anterior de este proyecto, también se utilizó la tabla 3: “Parámetros de humedad óptimos”. En cuanto al aspecto de la pila de compost se observo a lo largo del proceso el cambio que se produjo mediante la biodegradación, el guano se fue descomponiendo hasta llegar a tener un parecido a la tierra.



Figura 38 - Control de temperatura

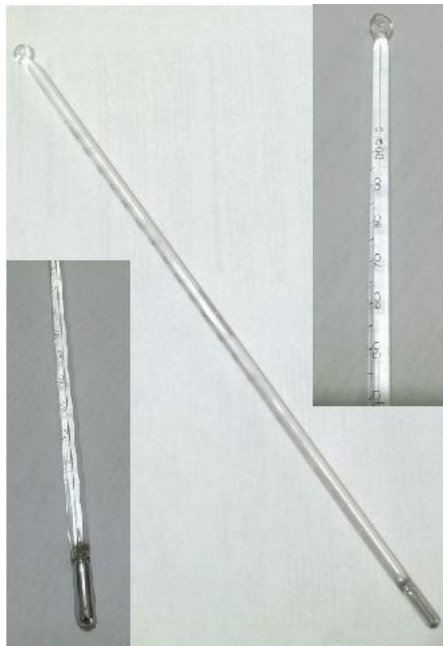


Figura 39 - Termómetro

A continuación se presentan fotografías de pilas de compost desarrolladas en la granja:



Figura 40 - Pilas de compostaje

Seguidamente se muestran fotografías de la máquina volteadora en la práctica del proceso:



Figura 41 - Máquina volteadora en granja

6.6 Usos – Aplicaciones

Como alimento animal

Con la sanitización del guano se puede obtener un producto apto para el consumo de bovinos, por su alto contenido de proteínas

La composición química del guano que influye en diversos factores como la composición de la dieta, edad y estado fisiológico de las aves. El valor nutritivo de estos residuos es mayor que el de otras heces de animales, ya que son especialmente ricos en proteínas y minerales. Sin embargo, el alto contenido en fibra y nitrógeno no proteico (NNP) de las heces de aves, establece que los rumiantes se consideren los más indicados para su consumo.

Como abono orgánico

Es un producto sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales, vegetales o la mezcla de estos, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total.

Otras aplicaciones más comunes son al cultivo de la vid, plantas de olivo, caña de azúcar, horticultura, arándanos, citrus, maíz, soja y céspedes de piso de distintos deportes. También se puede usar en jardines y macetas.

La viabilidad de utilizar el compost de guano de gallina en mezclas de sustrato para producir plantines florales permite tener otro campo de aplicación para su uso, también es apto para plantines en macetas, jardines y huertas.

Emplearlo en la agricultura como abono y enmienda orgánica de suelos es el uso más común ya que mejora sus condiciones físicas (temperatura, infiltración y retención de agua), aumenta la estabilidad de su pH y reemplaza a los fertilizantes importados, de origen químico (O´RYAN HERRERA, J., RIFFO PRADO, M. O., 2007).

Otros importantes beneficios del compost es el aporte estructural que da el sustrato, siendo útil en los siguientes aspectos:

- Estabilización y regeneración de taludes.
- Recuperación de terrenos empobrecidos.

- Utilización como sustrato y soporte orgánico en grandes superficies.
- Restauración de áreas de vertederos incontrolados, de restos de construcción
- Gran herramienta contra la erosión: fijación del suelo, fijación de dunas y estabilización de terrazas.
- Formación de pantallas y barreras vegetales.
- Aplicación de filtros de tierras para la retención de malos olores.

6.7 Resultados finales

En este punto se presentan los resultados derivados del proceso de compostaje y la máquina volteadora, llevado a cabo en la granja “El Callejón” en un período de ocho meses aproximadamente.

6.7.1 Análisis final de costos

A continuación se muestra un análisis de la inversión y los costos asociados al proceso de compostaje (tabla 16). En el último mes se decidió vender la máquina por lo que contribuyó a la recuperación de capital.

Para dicho estudio se considera una inversión inicial, costos fijos, costos variables y los ingresos por la venta del compost generado.

Los costos presentados muestran que no se logró recuperar la inversión realizada, esto se debe a que se exponen resultados fundados solo por la cantidad de guano acumulada en un mes (20000kg) considerada como prueba piloto. En base a estos datos, y teniendo en cuenta que mientras transcurren los meses se formarán pilas nuevas, se prevé que la inversión se recupera en el plazo de un año a dos años, y se comienza a tener ganancias por la comercialización del compost.

6 Desarrollo práctico

Tabla 16 – Costos finales

Conceptos	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
\$/unit									\$ 75	\$ 75	\$ 75	\$ 75	\$ 75
Venta estimada									50	100	150	150	150
Venta máquina													\$ 100.000
INGRESOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3.750	\$ 7.500	\$ 11.250	\$ 11.250	\$ 111.250
INVERSIÓN	\$ -80.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
MO		\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200	\$ -6.200
Combustible		\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200	\$ -1.200
Ingeniero agrónomo		\$ -7.250	\$ -7.250	\$ -7.250	\$ -7.250	\$ -7.250	\$ -7.250	\$ -7.250	\$ -7.250	\$ -7.250			
COSTOS FIJOS	\$ 0	\$ -14.650	\$ -14.650	\$ -14.650	\$ -14.650	\$ -14.650	\$ -14.650	\$ -14.650	\$ -14.650	\$ -7.400	\$ -7.400	\$ -7.400	\$ -7.400
Bolsas para envasado				\$ -625				\$ -500					\$ -500
Aserrín de pino			\$ -200			\$ -200							
Servicios de veterinario		\$ -5.500				\$ -5.500				\$ -5.500			
Produc bolsas compost									\$ -1.500	\$ -1.500	\$ -1.500	\$ -1.500	
COSTOS VARIABLES	\$ 0	\$ -5.500	\$ -200	\$ -625	\$ 0	\$ -5.700	\$ 0	\$ -500	\$ -1.500	\$ -7.000	\$ -1.500	\$ -1.500	\$ -500
FF	\$ -80.000	\$ -20.150	\$ -14.850	\$ -15.275	\$ -14.650	\$ -20.350	\$ -14.650	\$ -15.150	\$ -12.400	\$ -6.900	\$ 2.350	\$ 2.350	\$ 103.350

6.7.2 Calidad de compost orgánico obtenido

La calidad del compost se determinó considerando las pruebas primarias descritas en el punto 4.6 de la página 83, los resultados que arrojaron las observaciones de una muestra de compost fueron:

- ♦ Olor: tierra húmeda
- ♦ Color: marrón oscuro
- ♦ Temperatura: 18 °C
- ♦ Pureza: no se observaron restos de material inicial ni otro contaminante.

No se realizaron otras pruebas de carácter químico o biológico por no contar con laboratorio para tal fin.

6.7.3 Evaluación general de presencia de moscas en galpones

Se evaluó la presencia de moscas en los galpones de gallinas realizando un monitoreo antes y después de llevar a cabo el método de compostaje.

- ♦ Método:

El método de control de moscas consiste en colocar tarjetas rayadas color blanco N° 1 de 12x7,5 cm, apoyadas sobre una superficie rígida, distribuidas uniformemente por todo el galpón a partir de los 10 metros de las cabeceras, cada 6 u 8 metros de distancia una de otra y por lo menos a 1 metro de focos de luz, deben estar lejos de ventiladores y picos de riego interno. Las tarjetas se colocan a una altura de aproximadamente 1,8 a 2 metros (considerando la altura máxima como la posibilidad de alcance de la mano), sobre el pasillo central o sobre los laterales en forma alternada.

Consideraciones importantes para el monitoreo de moscas:

- Cada tarjeta debe contar con el número de galpón, posición dentro del galpón, fecha de colocación y nombre de la persona encargada de controlarlas.
- Se colgarán 5 tarjetas por medio de un broche o chinche en pilares, tensores u otra superficie en medio del galpón.

- Las tarjetas no deben quedar flameando; siempre deben estar apoyadas sobre una superficie plana, verticales y cuidando que un solo lado quede expuesto a las deposiciones.
- El broche (o chinche) tendrá la misma identificación de la tarjeta, a fin de evitar confusiones
- Las tarjetas deben ser dejadas rigurosamente 7 días y luego serán colocadas nuevamente dejando pasar 7 días. Se recomienda colocarlas los lunes a primera hora. Las tarjetas serán retiradas y guardadas para su análisis.

♦ Lectura:

Es conveniente que sea siempre la misma persona que las lea y cuente las deyecciones a fin de disminuir errores experimentales.

Se contarán las deyecciones de moscas en las tarjetas que fueron dejadas por una semana; se cuentan renglón por renglón y se escribe sobre la misma tarjeta la cantidad de marcas, también renglón por renglón, a fin de favorecer el conteo.

Luego se saca el promedio de marcas en las tarjetas en cada galpón, y entre los galpones entre sí. (Ejemplo: tarjeta N° 1: 38 marcas, tarjeta N° 2: 20 marcas, etc., luego $38+20+\dots/5=50$)

♦ Resultado:

Las deposiciones de moscas promedio por tarjeta, por semana, deberán ser menor a 30.

6.7.3.1 Datos relevados en la granja

Todas las semanas se realiza el relevamiento para estimar el promedio de moscas que hay en los distintos galpones. Para esto se utiliza el método descrito anteriormente en el punto 6.7.3

En la tabla 17 y la figura 43 se exponen los datos obtenidos antes, durante y después del proceso de compostaje. La unidad de medida es deposiciones promedio por tarjeta.

6 Desarrollo práctico

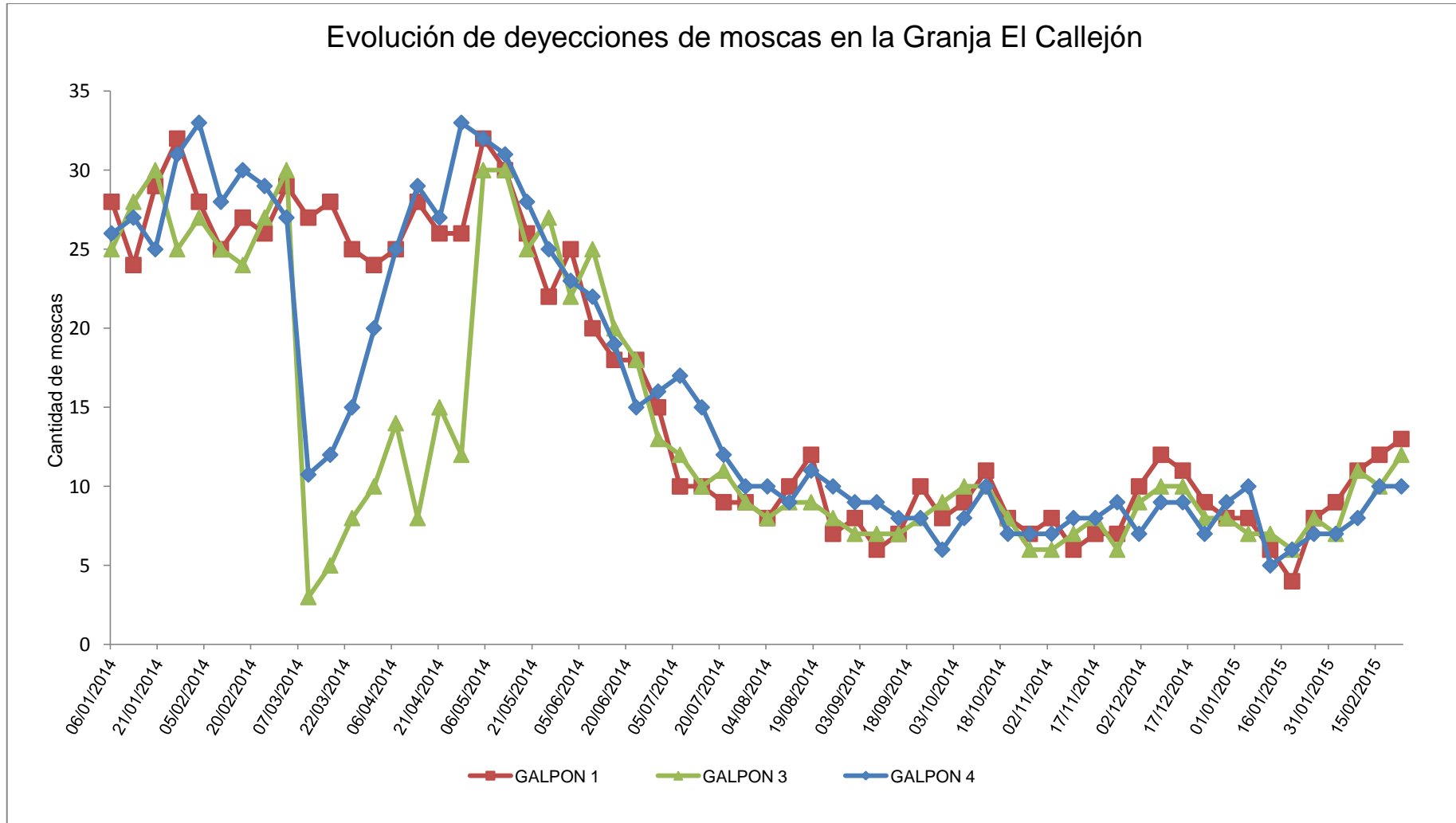
Tabla 17: Estimación de moscas por galpones por semana

FECHA	GALPON 1	GALPON 3	GALPON 4	Observaciones
06/01/2014	28	25	26	Antes del compostaje
13/01/2014	24	28	27	
20/01/2014	29	30	25	
27/01/2014	32	25	31	
03/02/2014	28	27	33	
10/02/2014	25	25	28	
17/02/2014	27	24	30	
24/02/2014	26	27	29	
03/03/2014	29	30	27	Gran crecimiento en la población de moscas
10/03/2014	27	3	10,75	
17/03/2014	28	5	12	
24/03/2014	25	8	15	
31/03/2014	24	10	20	
07/04/2014	25	14	25	
14/04/2014	28	8	29	
21/04/2014	26	15	27	
28/04/2014	26	12	33	
05/05/2014	32	30	32	Inicio de compostaje, con el fin de disminuir la población de moscas
12/05/2014	30	30	31	
19/05/2014	26	25	28	
26/05/2014	22	27	25	
02/06/2014	25	22	23	
09/06/2014	20	25	22	
16/06/2014	18	20	19	
23/06/2014	18	18	15	
30/06/2014	15	13	16	
07/07/2014	10	12	17	
14/07/2014	10	10	15	
21/07/2014	9	11	12	
28/07/2014	9	9	10	
04/08/2014	8	8	10	
11/08/2014	10	9	9	
18/08/2014	12	9	11	
25/08/2014	7	8	10	
01/09/2014	8	7	9	
08/09/2014	6	7	9	
15/09/2014	7	7	8	
22/09/2014	10	8	8	
29/09/2014	8	9	6	
06/10/2014	9	10	8	

6 Desarrollo práctico

FECHA	GALPON 1	GALPON 3	GALPON 4	Observaciones
13/10/2014	11	10	10	
20/10/2014	8	8	7	
27/10/2014	7	6	7	
03/11/2014	8	6	7	
10/11/2014	6	7	8	
17/11/2014	7	8	8	
24/11/2014	7	6	9	
01/12/2014	10	9	7	
08/12/2014	12	10	9	
15/12/2014	11	10	9	
22/12/2014	9	8	7	Fin del proceso de compostaje
29/12/2014	8	8	9	
05/01/2015	8	7	10	
12/01/2015	6	7	5	
19/01/2015	4	6	6	Se retira la totalidad del compost
26/01/2015	8	8	7	
02/02/2015	9	7	7	
09/02/2015	11	11	8	
16/02/2015	12	10	10	
23/02/2015	13	12	10	Se comienza con el control biológico

Figura 42 – Gráfico estimación de moscas



En la figura 43 se muestra un ejemplo de una tarjeta empleada para el control y monitoreo de moscas.

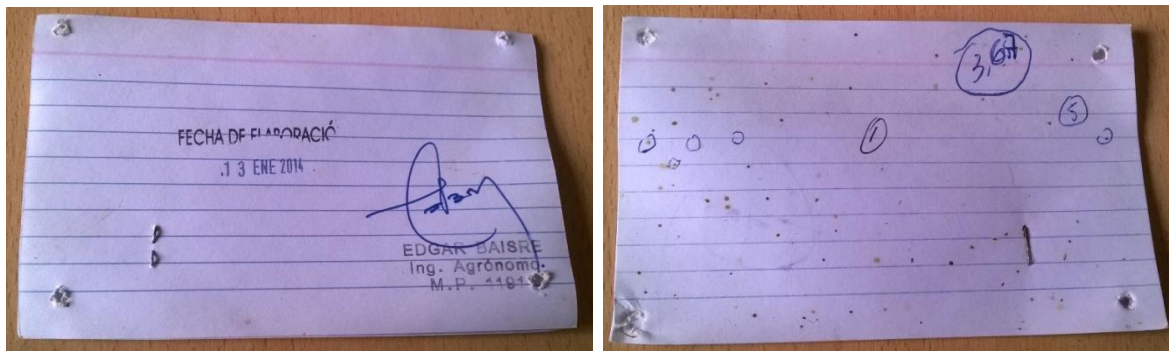


Figura 43 – Tarjetas rayadas utilizadas para estimación de moscas

6.7.3.2 Disposición final del compost

Al finalizar el proceso, se fracciona el compost obtenido en bolsas de 10 kilogramos cada una (figura 44), Estas se vendieron a viveros y personas particulares, las cuales aplicaron el producto en jardines y huertas (figura 45).

A través de una breve encuesta que se realizó a personas que utilizaron el compost se concluye que el producto final obtenido es de calidad.

Figura 44 – Bolsa de compost



Figura 45 – Resultado final



6.7.4 Sugerencias de mejora en la práctica del proceso de compostaje

De acuerdo al proceso que se llevo a cabo en la práctica de compostaje se proponen las siguientes mejoras:

- * Control más ajustado por parte del operario asignado de controlar las variables.
- * Concientizar a las personas involucradas en el sistema la importancia de realizar los controles de variables y sus correspondientes registros.
- * En períodos de mucha lluvia, se debería cubrir la pila de compostaje para evitar el esparcimiento y lograr seguir con el proceso sin inconvenientes por el clima.
- * Designar un sector fijo en la granja y bien delimitado para las pilas de compostaje.
- * Hacer canaletas adecuadas a los costados de cada pila de compost para un buen escurrimiento de líquidos, en caso que se produjeran.
- * Contar con gente capacitada y un laboratorio para realizar análisis físicos, químicos y/o biológicos (según lo detallado en pág. 85-86)
- * Promover el método de volteo y difundir sus beneficios.

6.7.5 Propuesta de plan de negocio

Se plantea el proyecto como un plan de inversión con el propósito de dar a conocerlo y convencer a empresarios del agro y avicultores que es un negocio que brinda oportunidades para solucionar los inconvenientes que conllevan la acumulación del guano de gallina, a su vez que se obtiene beneficio económico.

El sistema de compostaje, el método de volteo y la máquina volteadora que se presentan en este trabajo son aplicables para diferentes tipos de residuos orgánicos.

Seguidamente se enumeran diferentes puntos que conforman el plan de inversión:

6.7.5.1 Historial del proyecto

Se dan a conocer los resultados alcanzados y lo que se ha realizado en la prueba piloto de una granja.

- × Disminuir presencia de moscas en la granja.
- × Disminuir suministro de antibióticos a gallinas.
- × Transformar un residuo patógeno en no patógeno.
- × Tratar un residuo (guano) como un subproducto.
- × Cumplir con leyes, normas y/o ordenanzas ambientales.
- × Beneficio económico.
- × Inversión inicial del proyecto.
- × Inversión media para construcción de máquina, no requiere de tecnología compleja.
- × Mano de obra capacitada.

6.7.5.2 Equipo de trabajo

Para llevar adelante el proceso de compostaje se debe formar un grupo de trabajo y definir claramente sus responsabilidades para desarrollar adecuadamente el método.

El grupo de trabajo es integrado por:

- ƒ Un operario;

- ƒ Un ingeniero agrónomo (supervisor);
- ƒ Un veterinario;
- ƒ Un técnico de laboratorio.

Sus responsabilidades son:

- » Operario: encargado de formar las pilas, realizar volteos y todas las tareas relacionadas al método.
- » Ingeniero agrónomo: supervisar las tareas que se llevan a cabo en el transcurso del proceso; definir tareas de volteo, control de variables, embolsado, entre otras.
- » Veterinario: responsable frente a los diferentes entes regulatorios.
- » Técnico de laboratorio: encargada de realizar ensayos para determinar características físicas, químicas y biológicas.

6.7.5.3 Producto final

El producto final obtenido a través del sistema de compostaje y del método de volteo presenta ventajas y desventajas tales como:

Ventajas

- × Permiten aprovechar residuos orgánicos.
- × Recuperan la materia orgánica del suelo, permiten la fijación de carbono en el suelo y mejorar la capacidad de absorber agua.
- × Necesitan menos energía para su elaboración.
- × Actualmente el consumo de fertilizantes orgánicos está aumentando debido a la demanda de alimentos orgánicos y sanos para el consumo humano, la conciencia en el cuidado del ecosistema y del medio ambiente y por ende la necesidad de disminuir la contaminación ambiental y perjuicios para los seres vivos que ocasionan el uso de fertilizantes químicos.
- × Permiten que exista una adecuada permeabilidad por tanto, reduce el escurrimiento superficial y la erosión, como resultado hay más agua disponible para cultivos y plantas.
- × Brindan naturalidad, salubridad y asepsia, considerándolos libres de plaguicidas.

- ✗ El abono orgánico es un producto estabilizado e higienizado que se obtiene de la descomposición biológica de materiales orgánicos frescos de desechos animales y vegetales.
- ✗ Se logra mediante un proceso biológico de descomposición completa de materiales orgánicos, en un ambiente aerobio y por acción de los microorganismos.
- ✗ El uso de materia orgánica en el suelo como recuperador de sus propiedades físicas o químicas es una práctica de cultivo muy común; sin embargo, la información que se tiene en producción agrícola y en particular sobre su uso es escasa.

Debilidades

- ✗ Pueden ser fuentes de patógenos si no están adecuadamente tratados.
- ✗ Variables del proceso de compostaje.
- ✗ Putrefacción por exceso de agua.
- ✗ No dispone de una definida red comercial para las acciones de corto plazo.

Patentamiento de máquina

Actualmente se desconoce que el país cuente con fabricantes de este tipo de máquinas volteadoras para pequeños y medianos agricultores, por lo que se puede ver la posibilidad de patentar la máquina bajo algún nombre y destacar el cumplimiento de normativas ambientales y de tránsito.

Situación actual

Mundialmente crece la conciencia sobre la necesidad de utilizar productos orgánicos no destructivos para el medio ambiente. La legislación tiende a prohibir cada vez con más dureza la utilización de productos contaminantes en los procesos productivos. Las entidades se ven en la obligación de incorporar procesos más ecológicos, empujadas por consumidores cada vez más conscientes del conservacionismo.

Respecto a las tendencias de producción, consumo y venta, es notable el aumento de productos que satisfacen las normas de conservación del medio ambiente. Los fertilizantes inorgánicos disminuyen su participación en el mercado por su creciente aumento de precios y por la conciencia ecológica de los productores y consumidores. El compostaje y el reciclado de los desechos orgánicos son

actividades que tienen gran aceptación por parte de los que ya han tomado un primer contacto.

Según informes en medios especializados, hace 10 años, existían solamente 50 municipios que reciclaban la basura orgánica a través del compostaje; fundamentalmente en la zona centro de nuestro país, liderados a través de Organizaciones No Gubernamentales (ONG's). Los agricultores y/o ganaderos que desarrollaban sus actividades en forma individual para cubrir sus propias necesidades, incluso como entretenimiento.

En Latinoamérica, y más precisamente en Argentina, muchas empresas y municipios poseen un plan de manejo y reciclaje de los desechos productivos, con una directa aplicación en la recuperación y fertilización de suelos. En numerosas Universidades Nacionales y en el INTA se desarrollan producciones que contribuyen con la enseñanza y la investigación.

Mercado

En la actualidad el mercado de compost en la Argentina presenta un importante crecimiento anual del orden del 30%.

Todos los factores indican que en nuestro país el uso de fertilizantes orgánicos y el reciclaje de desechos, aumentará significativamente en los próximos años.

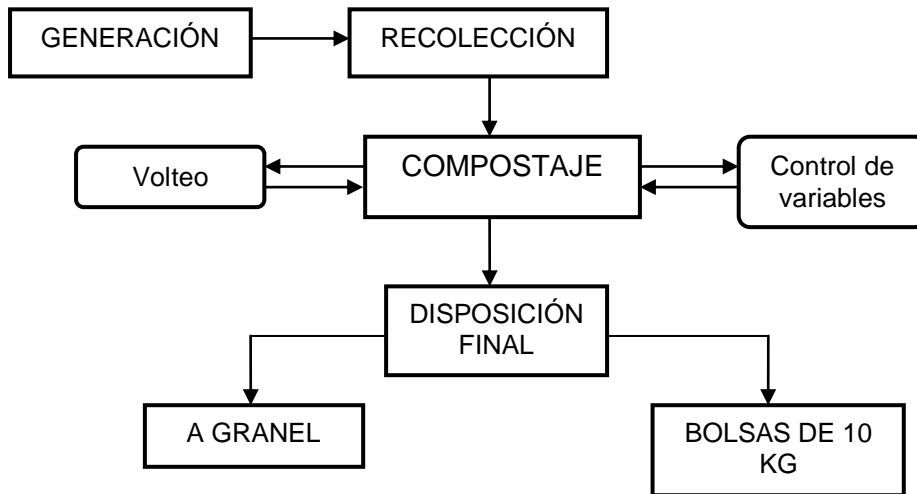
Dentro del mercado aparecen amenazas debido al escaso nivel de conocimiento para distinguir y exigir niveles óptimos de calidad; es por eso que se necesitan reglas claras y estables por parte del Gobierno Nacional en materia de regulación de la actividad para contemplar y planificar la salida al comercio exterior.

Comercialización

El producto se comercializa en viveros, grandes supermercados, productores frutícolas, agricultores y toda persona o entidad que quiera enriquecer su suelo.

Hay muchas posibilidades de comercializar a países limítrofes ya que se cumplen con normas internacionales y se puede competir con otros tipos de fertilizantes orgánicos por la buena calidad comprobable.

Flujo de operaciones



Inversión requerida

El desarrollo de este producto no requiere de grandes inversiones tecnológicas, es un proceso simple que no necesita de mano de obra altamente calificada, lo que hace que sus costos de procesamiento requieran de márgenes pequeños de contribución con los cuales pueden cubrir los costos fijos. Es un producto que por ventas a escala deja considerables márgenes de utilidad.

La inversión requerida se debe hacer en el momento de iniciar el proyecto para adquirir la máquina.

A continuación se presenta un análisis de costos, mediante el método de flujo de fondo descontado.

Se plantean tres posibles escenarios, teniendo en cuenta las siguientes suposiciones:

- ♦ Crecimiento anual de ventas: 30%
- ♦ Tasa: 25%
- ♦ Escenarios: pesimista, esperado y optimista.
- ♦ Cantidad de guano: 30.000 kg/mes.
- ♦ Producción de compost: 9.000 kg/mes.
- ♦ Se comienza a producir un año después de realizar la inversión.

6 Desarrollo práctico

Escenario pesimista:

Tabla 18: Flujo de fondo escenario pesimista

ESCENARIO PESIMISTA						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$/unit		\$ 75	\$ 75	\$ 75	\$ 75	\$ 75
Venta estimada		3.000	3.900	5.070	6.591	8.568
INGRESOS	0	\$ 225.000	\$ 292.500	\$ 380.250	\$ 494.325	\$ 642.623
INVERSIÓN	\$ -100.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
MO		\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000
Combustible		\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000
Ingeniero agrónomo		\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000
Técnico de laboratorio		\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000
COSTOS FIJOS	\$ 0	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000
Bolsas para envasado		\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500
Aserrín de pino		\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400
Servicios de veterinario		\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000
Produc bolsas de compost		\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400
COSTOS VARIABLES	\$ 0	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300
FF	\$ -100.000	\$ -190.300	\$ -122.800	\$ -35.050	\$ 79.025	\$ 227.323
FFD	\$ -100.000	\$ -165.478	\$ -92.854	\$ -23.046	\$ 45.183	\$ 113.019
VAN	\$ -214.986					
TIR	-22,00%					
PR	> a 5 años					

6 Desarrollo práctico

Escenario esperado

Tabla 19: Flujo de fondo esperado

ESCENARIO ESPERADO						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$/unit		\$ 75	\$ 75	\$ 75	\$ 75	\$ 75
Venta estimada		4.500	5.850	7.605	9.887	12.852
INGRESOS	\$ 0	\$ 337.500	\$ 438.750	\$ 570.375	\$ 741.488	\$ 963.934
INVERSIÓN	\$ -100.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
MO		\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000
Combustible		\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000
Ingeniero agrónomo		\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000
Técnico de laboratorio		\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000
COSTOS FIJOS	\$ 0	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000
Bolsas para envasado		\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500
Aserrín de pino		\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400
Servicios de veterinario		\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000
Produc bolsas de compost		\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400
COSTOS VARIABLES	\$ 0	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300
FF	\$ -100.000	\$ -77.800	\$ 23.450	\$ 155.075	\$ 326.188	\$ 548.634
FFD	\$ -100.000	\$ -67.652	\$ 17.732	\$ 101.964	\$ 186.499	\$ 272.768
VAN	\$ 142.494					
TIR	39,26%					
PR	39 meses					

6 Desarrollo práctico

Escenario optimista

Tabla 20: Flujo de fondo escenario optimista

ESCENARIO OPTIMISTA						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$/unit		\$ 75	\$ 75	\$ 75	\$ 75	\$ 75
Venta estimada		5.400	7.020	9.126	11.864	15.423
INGRESOS	0	\$ 405.000	\$ 526.500	\$ 684.450	\$ 889.785	\$ 1.156.721
INVERSIÓN	\$ -100.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
MO		\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000	\$ -84.000
Combustible		\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000	\$ -80.000
Ingeniero agrónomo		\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000
Técnico de laboratorio		\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000
COSTOS FIJOS	0	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000	\$ -324.000
Bolsas para envasado		\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500	\$ -13.500
Aserrín de pino		\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400	\$ -2.400
Servicios de veterinario		\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000	\$ -70.000
Produc bolsas de compost		\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400	\$ -5.400
COSTOS VARIABLES	0	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300	\$ -91.300
FF	\$ -100.000	\$ -10.300	\$ 111.200	\$ 269.150	\$ 474.485	\$ 741.421
FFD	\$ -100.000	\$ -8.957	\$ 84.083	\$ 176.970	\$ 271.288	\$ 368.617
VAN	\$ 356.982					
TIR	78,27%					
PR	26 meses					

Mediante el análisis de costos para los distintos escenarios se observa que en el peor de los contextos se puede tener una pérdida de \$215.000, pero si se decide invertir en el proyecto se puede obtener una ganancia de hasta \$357.000 recuperándose lo invertido en un lapso de 2 a 3 años. Estos valores estarán afectados a la variación de ingresos y egresos que influyen al proyecto.

Análisis de sensibilidad

El objetivo de realizar un análisis de sensibilidad es encontrar variables relevantes que influyan fuertemente los flujos de caja (VAN) y las que no.

Los parámetros analizados son:

- Precio de venta
- Costos fijos
- Costos variables

Este análisis prueba la sensibilidad del VAN a los parámetros listados arriba. Intervalos de 10% de variación del valor actual fueron utilizados en un rango entre (-30%) y 30%. Por ejemplo, 10% de variación en el precio de venta significa que el precio actual (75 \$/bolsa) toma un valor 10% mayor, (-10%) significa que toma un valor 10% menor que el actual (ver tabla de análisis en anexo página 168).

En la figura 46, cada curva representa un parámetro. La pendiente de cada una de ellas indica como es la influencia de ese parámetro sobre el VAN. Una gran pendiente muestra que con un pequeño cambio en el valor actual del parámetro, el VAN experimenta un gran cambio (es muy sensible a esa variable). Por el contrario, una pendiente baja indica que al hacer grandes cambios en el valor actual de la variable solo se producen pequeños cambios en el VAN (es poco sensible a esa variable).

La variable que mayor influencia ejerce sobre el VAN es el precio de venta de las bolsas de compost.

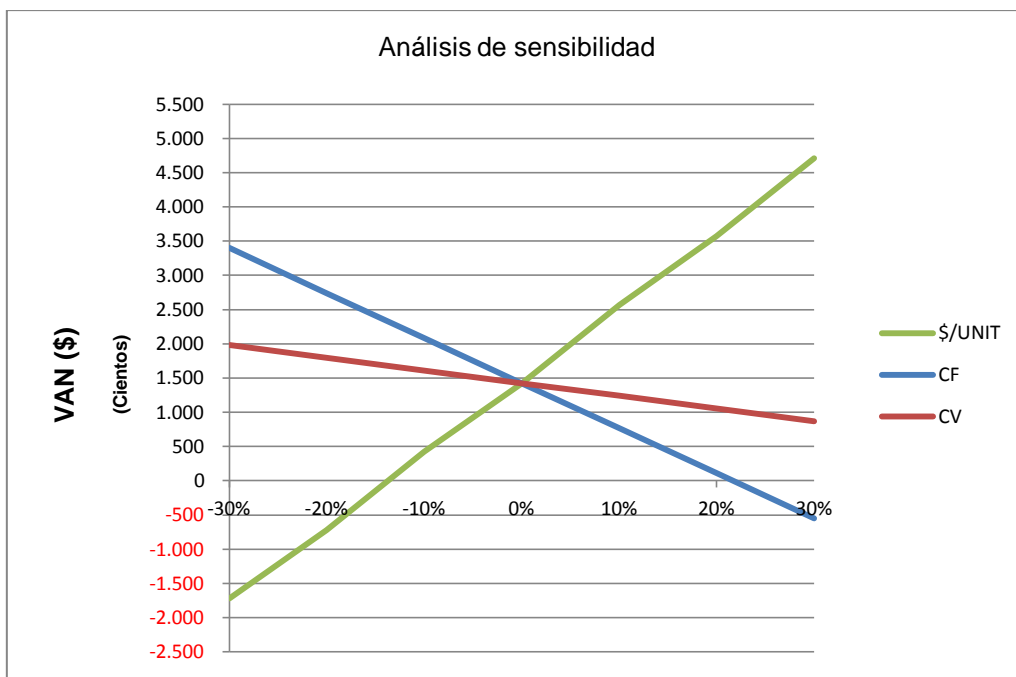


Figura 46 - Gráfico de análisis de sensibilidad

Publicidad

Se propone vincular al producto con los días conmemorativos relacionados con la ecología y el medio ambiente; haciendo coincidir algunas fechas significativas para la actividad, por ejemplo: 5 de Junio - Día Internacional del Medio Ambiente.

Elaborar folletos ilustrativos para la educación ambiental, que comuniquen las cualidades del compost y sus modos de utilización. El contenido puede desarrollar la relación del hábitat con la biodiversidad, y resumir los Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14000).

Suscribir convenios con instituciones públicas y privadas, por ejemplo con los municipios, a través de campañas de concientización.

También se propone exhibir el producto en locales de venta de flores, además acceder a lugares de muestra en los principales supermercados, viveros y despensas de modo de abarcar los principales barrios de la ciudad.

La relación con los distintos ámbitos de exhibición seguramente incluirá promociones especiales que incentiven la exhibición y la comercialización.

La producción a granel se prevé destinar a empresas y organizaciones, las cuales podrán retirarlo directamente desde la planta de producción.

“Mi percepción a medida que envejezco es que no hay años malos. Hay años de fuertes aprendizajes y otros que son como un recreo, pero malos no son... Por eso, no deberíamos tenerle miedo al sufrimiento ni al tan temido fracaso, porque ambos son sólo instancias de aprendizaje. Todos estamos en el camino de aprender todos los días a ser mejores y de entender que a esta vida vivimos a tres cosas: a aprender a amar, a dejar huellas y a ser felices”.

(Mamerto Menapace)

7 Conclusiones

El trabajo lo inicié con la inquietud de encontrar posibles soluciones a los variados problemas que conlleva la gran acumulación de guano de gallina en la granja “El Callejón”, esto me llevó a investigar sobre cuáles podrían ser posibles alternativas para su eliminación a la vez que resultase viable su aplicación.

Se logro construir una volteadora de compost tomando como modelo una máquina chilena y se cumplió el objetivo de disminuir la cantidad de moscas que la actividad avícola presenta, además se obtuvo compost natural de calidad desde un aspecto visual y aromático, esto también se apreció en la aplicación a pequeñas huertas familiares y jardines hogareños.

En cuanto al momento de averiguar sobre compostaje en Argentina y de cotizaciones de máquinas resulto complicado acceder a esta información ya que en nuestro país no hay demasiado conocimiento sobre el tema, hace apenas unos 2 ó 3 años que se está empezando a desarrollar algo sobre lo planteado. Los productores avícolas locales (al menos de la zona de Córdoba, incluyendo Río Tercero) no consideran que se pueda tener grandes beneficios agregando valor al guano de gallina, a pesar de que la volteadora de compost construida no requiere de una importante inversión, comparada con maquinaria agraria en general y no requiere gastos de mantenimiento, sumado a que el sistema abierto de compostaje es el más simple y económico. Todo esto es lo que me llevo a buscar datos en países vecinos los cuales tienen un mayor grado de avance en el tema y su interés por el medio ambiente es amplio.

Si bien el trabajo no presenta cálculos estructurales bien definidos de la máquina, ya que es una copia de una ya existente en Chile y Colombia, se considera que la máquina construida para el proceso es útil, viable y confiable, pues se han realizado pruebas de funcionamiento, arrojando buenos resultados en cuanto conformación de pilas y como consecuencia final, compost de buena calidad.

El proceso de compostaje y la máquina volteadora propuesta en este trabajo demuestran que se puede dar valor agregado al guano de gallina a través de un método simple. A su vez es un comienzo y buen avance en el tratamiento de este desecho que se supone no puede ser transportado sin tratamiento previo. También ayuda a la disminución de diversos problemas, mencionados reiteradas veces en el desarrollo del presente trabajo, que contribuirían con el cuidado del medio ambiente, el cual es un tema muy valorado en estos últimos años.

Considerando que la demanda pronosticada va en aumento para los años venideros y teniendo en cuenta el análisis de costos desarrollo en este trabajo, manifiestan que el proyecto es viable desde el punto de vista tanto ambiental como económico.

Una vez finalizado el proceso de compostaje de la prueba piloto, se retiraron las pilas más nuevas (las que se habían formado para continuar con el compost, por sus resultados favorables) y se vendió la volteadora a una granja ubicada en La Puerta, cerca de Colonia Tirolesa, en este lugar también están llevando a cabo un sistema abierto de compostaje.

Actualmente se están buscando otros métodos para emprender en la granja y controlar la proliferación de insectos debido a la acumulación de guano

Por último concluyo que fue un trabajo agradable, que se pudo llevar a cabo; me dejó enseñanzas y motivos para confiar que el método puede llevarse a cabo en cualquier avícola, solo es cuestión de compartir y contagiar los anhelos de convertir un desecho en un subproducto y darle valor agregado.

Glosario

Ácidos fúlvicos: representan la fracción de humus extraíble por álcali, que no precipita por ácidos y que tiene color amarillento rojo. Generalmente son compuestos fenólicos de peso molecular bajo.

Ácidos húmicos: son unos de los principales componentes de las sustancias húmicas, las cuales son los constituyentes principales del humus, materia orgánica del suelo. Contribuyen a la calidad físico-químicas del mismo y también son precursores de combustibles fósiles.

Actino bacterias o actinomicetos: son un grupo de bacterias Gram positivas. La mayoría de ellas se encuentran en la tierra, e incluyen algunas de las más típicas formas de vida terrestre, jugando un importante rol en la descomposición de materia orgánica, tales como la celulosa y quitina. Estas bacterias renuevan las reservas de nutrientes en la tierra y son fundamentales en la formación de humus. En el suelo son los seres más abundantes, promediando un 64% de la biomasa bacteriana.

Aeróbico: proceso que ocurre en presencia de oxígeno. Para que un compost funcione con éxito se debe proporcionar suficiente oxígeno para que mantenga el proceso aeróbico.

Amonio: es una forma inorgánica del nitrógeno. Se encuentra reducido y es soluble en la solución del suelo. Se pierde con más facilidad por volatilización.

Anaeróbico: proceso que ocurre en ausencia de oxígeno. Si esto ocurre durante el proceso de compostaje, éste se hace más lento y se pueden desprender malos olores, como consecuencia de procesos de pudrición.

Bacterias termófilas: grupo de bacterias que pueden vivir, trabajar y multiplicarse durante el compostaje entre los rangos de temperatura de 40°C a 70°C.

Biodegradación: Es el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos. En principio, todo compuesto sintetizado biológicamente puede ser descompuesto biológicamente. Sin embargo, muchos compuestos biológicos (lignina, celulosa, etc.) son difícilmente degradados por los microorganismos debido a sus características químicas. La biodegradación es un proceso natural, ventajoso no sólo por permitir la eliminación de compuestos nocivos impidiendo su concentración, sino que además es indispensable para el reciclaje de los elementos en la biosfera, permitiendo la restitución de elementos esenciales en la formación y crecimiento de los organismos (carbohidratos, lípidos, proteínas). La descomposición puede llevarse a cabo en presencia de oxígeno (aeróbica) o en su ausencia (anaeróbica).

Biotécnica: tiene su fundamento en la tecnología que estudia y aprovecha los mecanismos e interacciones biológicas de los seres vivos, en especial los unicelulares, mediante un amplio campo multidisciplinario. La biología y la microbiología son las ciencias básicas de la biotecnología, ya que aportan las herramientas fundamentales para la comprensión de la mecánica microbiana en primera instancia.

Capa freática: Es la primer capa de agua subterránea que se encuentra al realizar una perforación y la más susceptible a la contaminación antrópica. La profundidad en la que se encuentra depende de las diferentes zonas, esta puede abarcar una profundidad de unos centímetros, hasta una decena de metros.

Crotalaria: es una planta leguminosa anual o perenne que posee tallo leñoso y erecto; crece entre 1.8 a 2.4 metros de alto y es arbustivo. Hay alrededor de 600 especies que provienen mayormente de las regiones tropicales y unas 500 especies son nativas de África.

Se utiliza como abono verde, tapa vientos y es tóxico para el ganado.

Descomposición: degradación de la materia orgánica.

Fitosanitario: Producto químico, orgánico o mineral para hacer frente a plagas, caracoles y limacos y todo tipo de enfermedades de las plantas; de efecto preventivo y curativo. // Sustancias que se añaden a los cultivos agrícolas para tratar enfermedades de las plantas, modificar su fisiología, eliminar especies de plantas competidoras o parásitas o especies animales dañinas.

Fitotoxicidad: Daño producido al vegetal por algún ingrediente químico que posee el producto fitosanitario.// Toxicidad de algún producto químico para las plantas cultivadas.

Grupos fisiológicos: poblaciones de diferentes organismos en un hábitat específico que depende de los mismos recursos.

Helminto: significa gusano, se usa sobre todo en parasitología, para referirse a especies animales de cuerpo largo o blando que infestan el organismo de otras especies. Los helmintos son unos organismos pluricelulares complejos (no necesariamente microscópicos) que tienen forma alargada y simetría bilateral. Su tamaño es mucho mayor que el de los parásitos protozoarios y habitualmente son macroscópicos.

Hongos fitopatógenos: son organismos heterótrofos carentes de clorofila. Tienen reproducción sexual o perfecta (estado teleomórfico) y multiplicación asexual o imperfecta (estado anamórfico). La supervivencia y función de la mayoría de ellos depende de las condiciones ambientales tales como temperatura, humedad y cantidad de agua.

Inoculante: concentrado de microorganismos que aplicado al compost, acelera el proceso de compostaje. Un compost semi maduro puede funcionar de inoculante.

Lavado o lixiviación de nitrato: cuando el agua entra en contacto con fertilizantes nitrogenados o con estiércol, puede disolver los nitratos y otros componentes solubles del estiércol y transportarlos disueltos en su seno cuando se infiltra en el suelo y desciende hasta las aguas subterráneas. En suelos con capas freáticas altas

y velocidades altas de percolación es más probable que el agua contaminada alcance las aguas subterráneas.

Lignina: es un polímero presente en las paredes celulares de organismos de las plantas. La palabra lignina proviene del término latino lignum, que significa “madera”; así, a las plantas que contienen gran cantidad de lignina se las denomina leñosas. La lignina se encarga de engrosar el tallo. La lignina está formada por la extracción irreversible del agua de los azúcares, creando compuestos aromáticos.

Microorganismos mesófilos: grupo de bacterias y hongos (levaduras u hongos filamentosos) que pueden vivir, trabajar y multiplicarse durante el compostaje entre los rangos de temperatura de 30°C a 40°C.

Mineralización: transformación de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos y la liberación de formas inorgánicas esenciales para el desarrollo de las plantas.

Nitratos: son sales del ácido nítrico (HNO_3). Los nitratos inorgánicos se forman en la naturaleza por la descomposición de los compuestos nitrogenados como las proteínas, la urea, etc. En esta descomposición se forma amoníaco o amonio respectivamente. En presencia de oxígeno éste es oxidado por microorganismos de tipo nitrobacter a ácido nítrico que ataca cualquier base (generalmente carbonatos) que hay en el medio formando el nitrato correspondiente.

Nitrógeno: elemento indispensable para las plantas que puede estar en forma orgánica (proteínas y compuestos orgánicos) o inorgánicos (nitrato o amonio).

Oxidación: es una reacción química muy poderosa donde un elemento cede electrones, y por lo tanto aumenta su estado de oxidación.

Quelante: Secuestrante o antagonista de metales pesados, es una sustancia que forma complejos con iones de metales pesados. A estos complejos se los conoce como quelatos, palabra que proviene del griego y significa garra. Una de las aplicaciones de los quelantes es evitar la toxicidad de los metales pesados para los seres vivos.

Quitina: deriva de la palabra griega quitón o túnica.

Es un carbohidrato que forma parte de las paredes celulares de los hongos, del resistente exoesqueleto de los artrópodos (arácnidos, crustáceos e insectos) y algunos órganos de otros animales (quetas de anélidos, perisarco de cnidarios).

Parásitos protozoarios: también llamados protozoos, son organismos microscópicos, unicelulares eucariotas; heterótrofos, depredadores, a veces mixótrofos (parcialmente autótrofos); que viven en ambientes húmedos o directamente en medios acuáticos, ya sean aguas saladas o aguas dulces.

Contribuyen a la fertilidad del suelo, ya que descomponen la materia orgánica. Funcionan en el control natural de poblaciones microbianas, ya que se alimentan de varios tipos de microorganismos. Causan enfermedades a humanos y animales de importancia doméstica.

Ralentizar: hacer más lento un proceso o una actividad.

Relación C/N: cantidad de carbono con respecto a la cantidad de nitrógeno que tiene un material.

Sustrato: capa de suelo debajo de la capa superficial del mismo. En biología, el concepto de sustrato está vinculado a la superficie en la que vive un animal o una planta, que está formada tanto por factores bióticos como abióticos.

“Una vez hecho algo, no puede valer mucho; es una obra humana con todas las imperfecciones de lo humano, pero el hecho de ejecutarla sí es interesante”.
(Jorge Luis Borges)

Anexo

INICIO 10-06-2011



REGISTRO N°: XXXXXX

MUNICIPALIDAD DE ALMAFUERTE
HABILITACION DE LOCALES N° 03588

Ramo " EL CALLEJON " GRANJA DE PRODUCCION DE HUEVOS

Propietario CISMONDI CLAUDIO

Dirección ZONA RURAL KM 6 RUTA 6 ALMAFUERTE PCIA.CBA,
PERMISO SUJETO A LA ORDENANZA Y TARIFARIA EN VIGENCIA.

LA PRESENTE HABILITACION ES INTRANSFERIBLE

CISMONDI CLAUDIO
Firma del Propietario



Sello Municipal y Firma Intendente
Edilberto Octavio Castellano
Secretario de Gobierno
Municipalidad de Almafuerite



MUNICIPALIDAD DE ALMAFUERTE
DPTO. TERCERO ARRIBA PROV. DE CORDOBA
TEL. 33571-4711/647323/47066

CERTIFICADO DE HABILITACION

SEGÚN ANTECEDENTES OBRANTES, EN EL MUNICIPIO EL CONTRIBUYENTE CISMONDI CLAUDIO DNI N° 23.543.428 DE ALMAFUERTE , CON DOMICILIO COMERCIAL EN ZONA RURAL RUTA 6 KM 6 DE ALMAFUERTE: HA SIDO HABILITADO PARA LA EXPLOTACIÓN DE COMERCIO Y SERVICIO, EN EL RUBRO " ESTABLECIMIENTO AVICOLA-PRODUCCION DE HUEVOS " CON FECHA DE INICIACIÓN DE ACTIVIDADES AL 10-06-2011 IDENTIFICADO BAJO HABILITACION NRO 03588

SE EXPIDE EL PRESENTE A SOLICITUD DEL INTERESADO A LOS FINES PARA SER PRESENTADO ANTE QUIEN CORRESPONDA, EN ALMAFUERTE DPTO TERCERO ARRIBA A LOS 10 DIAS DEL MES JUNIO DEL 2011



Edilberto Octavio Castellano
Secretario de Gobierno
Municipalidad de Almafuerite



General Fotheringham, 12/04/15

VISTO:

Según requerimiento mediante nota de fecha 15 de abril de 2015, mediante la cual el Establecimiento avícola "El Callejón" del Sr. Claudio Cismondi, solicita a esta Comunidad Regional Tercero Arriba la habilitación correspondiente para desarrollar la actividad de avicultura, cuya ubicación geográfica sita en la Ruta Provincial N° 6, Km 6, de la Zona Rural de la Localidad de Almafuerte.

Y CONSIDERANDO:

Que, la Ley 9206 que rige a Esta Comunidad Regional, en su art. N° 6 dispone que en ámbito de su actuación es todo el Departamento, en este caso que nos ocupa, "Tercero Arriba".

Que, siendo las Comunidades Regionales personas jurídicas de derecho público, están habilitadas para realizar todo tipo de acto público, según reza el art. N° 5 - Ley 9206.

Que, el predio en cuestión se encuentra dentro del ámbito territorial de la región de ésta Comunidad Regional, (art N° 7-Ley 9206), quien tiene el poder de policía delegado por la provincia, art N° 8- Ley 9206, por lo que también cuenta con jurisdicción y Competencia, para resolver el pedido;

Que, ésta Comunidad Regional tiene "jurisdicción y Competencia" en las denominadas "zonas grises" es decir aquellas que no están incluidas en los límites municipales, como es el caso que se presenta a solución;



POR ELLO:

La **COMISIÓN** de la **COMUNIDAD REGIONAL** del Departamento **TERCERO ARRIBA**, en uso de sus facultades:

RESUELVE

ARTICULO 1°.- OTORGAR el VISTO BUENO a la factibilidad de uso de suelo al Establecimiento avícola "El Callejón" del Sr. Claudio Cismondi DNI N° 23.543.428 siendo el responsable legal del mencionado Establecimiento, quien acredita documentación para desarrollar la actividad. El Establecimiento se encuentra emplazado en la Ruta Provincial N° 6, Km. 6 de la Zona Rural de Almafuerte Dpto Tercero Arriba.

ARTICULO 2°.- DEJAR expresa constancia que la presente habilitación queda sujeta a las autorizaciones y/o auditorías ambientales y/o inspección y/o actividad que desempeñe o deba desempeñar los organismos correspondientes de la Provincia de Córdoba, de manera tal que cualquier actividad que lleven adelante los organismos mencionados debe ser informada a esta Comunidad Regional Tercero Arriba

ARTICULO 3°.- Comuníquese, publíquese, dése al Registro de la Comunidad Regional y Archívese.

DADO: el día 12 de abril del año dos mil quince en la Localidad de General Fotheringham.

RESOLUCIÓN N°

112


FRANCO PALUDI
SECRETARIO
COMUNIDAD REGIONAL 3° ARRIBA


JOSÉ M. PERALTA
PRESIDENTE
COMUNIDAD REGIONAL 3° ARRIBA



Subsecretaría de Recursos Hídricos
Humberto Primo 607 – Córdoba – Te. 434 – 2050 / 52 / 53 / 54 / 55 / 56

CEDULA DE NOTIFICACIÓN

DESTINATARIO:

CLAUDIO CISMONDI
Juramento 73 – RIO TERCERO
Córdoba

Se hace saber a Uds. que en el
Expte. N° 0416-063442/2011---

Caratulado: CISMONDI CLAUDIO – solicita autorización para
ejecutar una perforación ubicada en Granja El Callejon Ruta 6 km –
Río Tercero.-----

Se ha dictado: NOTIFICASE al recurrente del Permiso Precario de
Explotación de Agua Subterránea de fs. 17 emitida por esta
Subsecretaría y cuya copia se adjunta para la presente notificación. Fdo.
Ing. LUIS E. SALAMONE – Subsecretario de Recursos Hídricos - SSRH
– 15/12/2011.-----
DRP.-

QUEDAN UDS. DEBIDAMENTE NOTIFICADOS.-


Mario Lottersberger
Jefe de Área de Gestión
A/C Notificaciones
Subsecretaría de Recursos Hídricos



SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS
CORDOBA
PERMISO PRECARIO DE EXPLOTACION
DE AGUA SUBTERRANEA

Ref. Expte. N° 0416-063442-2011

VISTO QUE: CISMONDI CLAUDIO CUIT 20-23543428-9 ha solicitado autorización para explotar la perforación ejecutada en Granja El Callejon Ruta 6 Km 6 Pedanía El Salto Rio Tercero - Dpto Tercero Arriba - Cordoba. - Coordenadas S 32° 10' 35,8" W 64° 09' 48,7", que será destinada para INDUSTRIAL CRIADERO DE AVES a partir del 06 de Octubre de 2010.

Y CONSIDERANDO QUE se ha dado cumplimiento a todas las normativas vigentes según se desprende del expediente de referencia.

EL SEÑOR SUBSECRETARIO DE RECURSOS HIDRICOS:

Artículo 1: Autoriza a CISMONDI CLAUDIO CUIT 20-23543428-9 a explotar la perforación ejecutada en Granja El Callejon Ruta 6 Km 6 Pedanía El Salto Rio Tercero - Dpto Tercero Arriba - Cordoba. - Coordenadas S 32° 10' 35,8" W 64° 09' 48,7", que será destinada para INDUSTRIAL CRIADERO DE AVES a partir del 06 de Octubre de 2010.

Artículo 2: La cuantía anual ha sido fijada en 1277,5 mts cúbicos anuales a partir del 06 de Octubre de 2010 hallándose registrada bajo las siguientes características: USO DE AGUA-USO INDUSTRIAL.

Artículo 3: El permiso acordado vence el 31 de Diciembre del año en curso, es renovable en forma anual y automática si no hubiere modificación en el uso o consumo del caudal declarado y se hubiese abonado el canon respectivo. Es de carácter precario y revocable con expresión de causa, sin lugar a indemnización.

Córdoba, 02 de Noviembre de 2011.

PERMISO PRECARIO
N° 0416-063442-2011

Walter Muñoz
Perforaciones

Geol Dagnl Schneider
Perforaciones

Alfredo Gómez
Jefe de Área de Perforación de Pozos
Subsecretaría de Recursos Hídricos

Ricardo Salardi
Jefe de Inspección de Obras
Subsecretaría de Recursos Hídricos

RICARDO SALARDI
Subsecretaría de Recursos Hídricos

Anexo

Tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado según lo establecido por el Servicio de sistema interno:

NUEVA TABLA DE VIDA ÚTIL DE LOS BIENES FÍSICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO

Nueva Tabla de Vida Útil fijada por el Servicio de Impuestos Internos para bienes físicos del activo inmovilizado, según Resolución N°43, de 26-12-2002, con vigencia a partir del 01-01-2003.

NÓMINA DE BIENES SEGUN ACTIVIDADES	NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL	DEPRECIACIÓN ACCELERADA
A.- ACTIVOS GENÉRICOS		
1) Construcciones con estructuras de acero, cubierta y entrepisos de perfiles acero o losas hormigón armado.	80	26
2) Edificios, casas y otras construcciones, con muros de ladrillos o de hormigón, con cadenas, pilares y vigas hormigón armado, con o sin losas.	50	16
3) Edificios fábricas de material sólido albañilería de ladrillo, de concreto armado y estructura metálica.	40	13
4) Construcciones de adobe o madera en general.	30	10
5) Galpones de madera o estructura metálica.	20	6
6) Otras construcciones definitivas (ejemplos: caminos, puentes, túneles, vías férreas, etc.).	20	6
7) Construcciones provisorias.	10	3
8) Instalaciones en general (ejemplos: eléctricas, de oficina, etc.).	10	3
9) Camiones de uso general.	7	2
10) Camionetas y jeeps.	7	2
11) Automóviles	7	2
12) Microbuses, taxibuses, furgones y similares.	7	2
13) Motos en general.	7	2
14) Remolques, semirremolques y carros de arrastre.	7	2
15) Maquinarias y equipos en general.	15	5
16) Balanzas, hornos microondas, refrigeradores, conservadoras, vitrinas refrigeradas y cocinas.	9	3
17) Equipos de aire y cámaras de refrigeración.	10	3
18) Herramientas pesadas.	8	2
19) Herramientas livianas.	3	1
20) Letreros camineros y luminosos.	10	3
21) Útiles de oficina (ejemplos: máquina de escribir, fotocopiadora, etc.).	3	1
22) Muebles y enseres.	7	2

Presupuestos de mecanizado de rolo y armado de estructura de máquina volteadora de compost:

Stocco Carlos

Uruguay 716

Río Tercero – 5850 – Córdoba

Río Tercero, 23 de marzo de 2014

Sra. Marianela Rostagno

Por medio de la presente tengo el agrado de cotizar lo siguiente:

- Mecanizado de rolo para una máquina volteadora de compost, según planos: \$16.5000,00

Plazo de entrega: 15 – 20 días

Validez de presupuesto: 10 días

Atte.

Carlos Stocco

Presupuesto N° 250314/1



Río Tercero, 25 de marzo de 2014

Sra. Rostagno Marianela

Por medio de la presente tengo el agrado de cotizar lo siguiente:

- Mecanizado de rolo para una máquina volteadora de compost, según planos: \$15.000,00
- Armado de estructura de máquina volteadora de compost según planos y especificaciones: \$ 25.000,00

La cotización asciende a: **\$ 40.000,00**

Plazo de entrega: 45 - 50 días

Validez de presupuesto: 7 días

Sin otro particular

Atte. Cismondj Jorge

Características de la máquina volteadora de compost, cotizada por empresa colombiana IDEAGRO, vía telefónica.



VOLTEADORA DE COMPOST AGRARIS 2,20

Ideal para pequeñas y
medianas explotaciones.

IDEAGRO
GRUPO INDUSTRIAL



Características técnicas



ESPECIFICACIONES

Maquina ideal para espacios reducidos
Fácil de transportar
Tractor requerido:
Dimensiones de ventana:
Rotación de sinfin:
Rendimiento:
Variación de altura:

AGRARIS 2.20

40 - 50 hp. Con reductor
2.2 mt x 1.10 mt
240 RPM
350 M cub./ hora
0- 40 cm

Principales características:

Equipo diseñado para cumplir bien la tarea de voltear el material a compostar, durante largas jornadas de manera confiable.

Puede ser propulsado por un tractor que oscile entre los 50 y 90 HP, con reductor. Facilidad de reemplazo de partes en el mercado local.



IDAGRO
GRUPO INDUSTRIAL

Calidad, Seriedad y Cumplimiento

Cel- (57) 314 2943945 - (57) 314 2943960.
Tlf- (57-1) 8932348/49/50. Fax: (57-1) 8932368
ideagro.colombia@gmail.com www.ideagro.com.co
Cra 13A No 5A - 20. Parque Industrial Montana,
Conjunto Porvenir II. Bodega 10.
Bogotá (Mosquera) - Colombia



Idagro se esfuerza continuamente para adaptar sus equipos a las exigencias de sus clientes. Es por este motivo que las dimensiones y características, deben ser tomadas como una aproximación, pero Idagro se reserva el derecho de introducir modificaciones en los diseños sin previo aviso.

Formulario enviado el 31 de marzo de 2014 solicitando cotización de máquina volteadora de compost. No se obtuvo respuesta.

Contacto
Cuéntenos acerca de sus requerimientos y experiencias, estamos para asesorarlo.
Teléfono: (+5411) 5917-4699
Email: info@bio-nex.com

Formulario
Enviar formulario de contacto:

Nombre:
Marianela

Teléfono:
0351-158068629

*Email:
mary.rostagno@gmail.com

Comentario:
Buen día!
Necesito que por favor me coticen una máquina Volteadora de compost CMC ST - 200, es para un proyecto de inversión para producción de fertilizante orgánico en una granja avícola, que forma parte de un proyecto de ingeniería.
Muchas gracias!
Aguardo comentarios.
Atte.

Send

Soluciones
agrícolas y medioambientales

inicio | empresa | noticias | enlaces | contacto

Servicios | Maquinaria | Productos | Documentación | CMC | Té de Compost

CONTACTO
Usa nuestro formulario para ponerte en contacto con nosotros, resolver tus dudas o solicitar más información

Nuestros datos de contacto

Av. Santa Amelia nº 1
C.C. Discovery, Local 5

38108 La Laguna
Tenerife - Islas Canarias
España

Tel: +34 822 609 001
Móvil: +34 637 473 414

Email:
info@samsoluciones.es

Distribuidor en Argentina

Si te encuentras en Argentina, contacta con nuestro distribuidor en

Formulario de contacto

Nombre: **Marianela**

Email: **mary.rostagno@gmail.com**

Teléfono: **0351-158068629**

Mensaje: **Buen día!
Necesito que por favor me coticen una máquina Volteadora de compost CMC ST - 200, es para un proyecto de inversión para producción de fertilizante orgánico en una granja avícola, que forma parte de mi tesis de ingeniería.
Muchas gracias!
Aguardo comentarios.
Atte.**

Correo electrónico enviado el 16 de abril de 2015. Se obtuvo como respuesta que no están fabricando estas máquinas.



Marianela Rostagno <mary.rostagno@gmail.com>

Consulta precio Volteadora

2 mensajes

Marianela Rostagno <mary.rostagno@gmail.com>
Para: info@bio-nex.com

16 de abril de 2015, 21:17

Buen día!
Necesito que por favor me coticen una máquina Volteadora de compost CMC ST - 200, es para un proyecto de inversión para producción de fertilizante orgánico en una granja avícola, que forma parte de mi tesis de ingeniería.
Muchas gracias!
Aguardo comentarios.
Atte.
Marianela

BioNex SRL <info@bio-nex.com>
Para: Marianela Rostagno <mary.rostagno@gmail.com>

17 de abril de 2015, 12:05

Estimada Marianela,
Por el momento no estamos fabricando máquinas.
Saludos atentos,
Lic. Walter Meloni



t: +54 (11) 5917-4699
c: +54 (911) 4447-2748
www.bio-nex.com

Características de la máquina volteadora de compost, sobre la cual se pidió cotización a través de formularios y correo electrónico.



Volteadora ST-200

Sistema de conducción:	de arrastre por tractor
Se requiere:	min. 35 CV
Cantidad de M.O.:	300 m ³ /35 CV
Velocidad de operación:	200-750 m/h (Depende del material)

Medidas	
Ancho máximo:	2,20 m.
Ancho de trabajo:	2,00 m.
Altura de trabajo:	1,00 m.
Longitud del rotor:	2,00 m.
Peso:	aprox. 600 Kg.

Incluye	
Toma de fuerza PTO Walterscheid	
Contrapeso	
Sistema de inoculación incorporado (boquillas pulverizadoras y tanque de 100 l.)	

Opciones	
Colores:	gris y azul

Accionadas con un vehículo propulsor resultan perfectas para pequeñas plantas de compostaje, resultando de su uso un producto de alta calidad

La volteadora de arrastre se acopla a un tractor que le proporcionará la toma de fuerza necesaria para activar la máquina y voltear la pila de compost de una forma homogénea, dándole el efecto "esponja".



Noticias sobre desarrollo de máquina volteadora de compost que se lleva a cabo desde el año 2013 en INTA de Castelar en conjunto con empresa El Pato.

Volteadora de compostaje en busca de su premio

La máquina fue recreada mediante convenio de cooperación técnica entre el INTA H. Ascasubi con la participación del Ing. Agr. Luciano Orden y la empresa el El pato maquinarias agrícolas de Pedro Luro. Se presentará en la exposición del Concurso Nacional de Innovaciones que se realizará en el microestadio de Tecnópolis, Buenos Aires desde el 9 al 13 de octubre, de 12.00 a 20.00.

08 de Octubre de 2013

Por Fatima Lucia CANO

La volteadora es una máquina que trabaja sobre las pilas de compostaje y con accionamiento de un rotor, mediante la toma de fuerza de un tractor, homogeniza, airea y mantiene la forma de la pila. La frecuencia de volteos depende de los seguimientos de los índices de madurez: temperatura, pH, humedad, etc.

Las pilas de compostaje deben ajustarse a las características de la máquina y si el terreno tiene pendiente, la pila se

conformará en ese sentido y es necesario dejar espacio entre las pilas para que el tractor y la volteadora puedan circular.

Además es muy importante evitar elementos extraños como troncos, restos de animales, piedras y otros objetos, por seguridad y para evitar problemas con la máquina. Es una volteadora de compost, no una trituradora.

Entrevista emitida en el programa Puerta Regional de Canal Rural:

Ver entrevista al Ing. Agr. Luciano Orden realizada en agosto de 2013 en el INTA H. AScasubi



Técnicos de El pato maquinarias agrícolas y del INTA con su invención

Ficha del contenido

Temas

- Agricultura familiar
- Producciones orgánicas
- Producción vegetal
- Desarrollo económico y social

Unidades

- E.E.A. Hilario Ascasubi

Personas involucradas

- Luciano ORDEN
- El pato maquinarias agrícolas

Áreas geográficas alcanzadas

Argentina
Buenos Aires
Hilario Ascasubi

Publicado en el sitio
08 de Octubre de 2013

Palabras clave
Agricultura familiar, Herramientas, Compost

Documentos relacionados

- Los residuos rurales en Villarino y Patagones
- Maquinaria para la fabricación de compostaje
- Planta de compostaje educativa
- Jornada de compostaje educativa en la "Cooperativa Escolar Maldoooop"
- La innovación se pone en marcha



En el marco del proyecto “Tecnologías y estrategias de gestión de residuos y efluentes en sistemas agropecuarios y agroindustriales” de INTA, junto a la Red Agroecología y la cooperación del IPAF Pampeano, se desarrolló en INTA la máquina volteadora de compost. El diseño de la maquinaria estuvo a cargo del Ing. Agr. Luciano Orden de la EEA Ascasubi y la empresa El Pato maquinarias agrícolas de la localidad de Pedro Luro, Buenos Aires.

En el año 2013 se terminó de armar la volteadora de compost, una maquinaria que tiene como propósito mezclar las pilas de residuos sin comprimirlos, permitiendo la homogenización y aireación del material, manteniendo la forma de la pila. La frecuencia de volteos depende de los índices de madurez: temperatura, pH, humedad, etc. Este proceso facilita la obtención de un material estabilizado y libre de patógenos que podría ser utilizado como enmienda para distintos tipos de suelos y /o obtención de sustratos.



Según nos comenta el Ing. Orden, la creación del prototipo de esta máquina surge en el valle bonaerense del Río Colorado para dar solución a la problemática que ocasionan los grandes volúmenes de desechos de los galpones de empaque y clasificación de la cebolla, el cultivo más emblemático de la región. La idea de esta máquina es que sea versátil para residuos agropecuarios, agroindustriales y residuos sólidos de origen domiciliario.

El diseño y desarrollo de la volteadora de compost fue seleccionado para participar del Concurso Nacional de Innovaciones INNOVAR 2013.

Actualmente, se ha trasladado la maquinaria a otro nodo del proyecto, en la EEA Marcos Juárez para ser utilizada y validada para los residuos de cama de cerdos, tal como sucedió con los residuos de la cebolla, en Hilario Ascasubi.

Esta misma máquina será trasladada a lo largo del año 2014 a las EEA Mendoza, San Juan y San Pedro para continuar con la red de ensayos de compostaje sobre distintos residuos regionales

Para más información:

orden.luciano@inta.gob.ar

Legislación internacional

Normativa	Año	Temática	Resumen	Requisitos u obligaciones
<p>Resolución 1333 Art. Nº 9</p>	2005	Ley Ambiente	<p>Se reglamentan los planes de manejo ambiental para las explotaciones y actividades desarrolladas por el subsector avícola en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, como instrumento integral de gestión ambiental para el desarrollo de las actividades propias de este subsector y se dictan otras disposiciones para el manejo de la gallinaza y la pollinaza.</p> <p>Que el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, profirió el 22 de julio de 2003, la Resolución número 01937 por la cual se establecen medidas sanitarias para la prevención y el control de la enfermedad de Newcastle en el territorio nacional, dentro de ellas, la prohibición para la movilización o comercialización de gallinaza y pollinaza sin previo tratamiento que minimice el riesgo sanitario o de transmisión de agentes patógenos; determinó como condición para el desarrollo de actividades avícolas, la obligación de estabilización in situ de los residuos sólidos como gallinaza y pollinaza; expidió en el año 2002, la “Guía Ambiental para el subsector Avícola”, en la cual se recomienda para el manejo de residuos orgánicos como la gallinaza y pollinaza, la implementación de sistemas como la compostación.</p>	<p>Para poder exportar a países limítrofes deberá cumplir con las correspondientes normativas internacionales.</p>

Legislación nacional

Normativa	Año	Temática	Resumen	Requisitos u obligaciones
Ley de Presupuestos mínimos N° 25.675	2002	Ley General de Ambiente	Presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Política Ambiental Nacional. Dec. N° 2413/02 – Promulgación parcial.	La granja Avícola “El Callejón” deberá presentar Declaración Jurada. Toda obra que sea susceptible de degradar el ambiente deberá presentar Estudio de Impacto Ambiental, lo que será determinado por la autoridad de aplicación.
Ley de Presupuestos mínimos N° 25.688	2003	Gestión de Aguas	Régimen de Gestión Ambiental de Aguas.	A través de la presente ley se regula sobre todo el manejo de las aguas inter- jurisdiccionales, pero en la actualidad se trata de una ley de presupuestos mínimos sin reglamentar.
Ley N° 20.284	1973	Preservación del Aire	Declárense sujetas a las disposiciones de la presente ley y de sus Anexos I, II y III, todas las fuentes capaces de producir contaminación atmosféricas ubicadas en jurisdicción federal y en las provincias que adhieran a la misma.	Fija niveles máximos de emisiones de fuentes fijas y móviles. Fuentes fijas, adecuar emisiones a valores menores a máximos permisibles. A través de la presente ley se establecen los estándares a cumplimentar tanto en proyectos como en obras.
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Resolución N° 302	2012	Registro Único de Operadores de la Cadena Agroalimentaria (RUCA).	Establece los requisitos y el procedimiento de inscripción, que deben observar las personas físicas o jurídicas que intervengan en el comercio y/o industrialización de las cadenas comerciales agroalimentarias.	La granja Avícola “El Callejón” deberá estar inscripta en dicho registro.
Res. SENASA N° 542	2010	Establecimientos Avícolas. Producción y manejo de desperdicios	Establece los requisitos de instalaciones, bioseguridad, higiene y manejo sanitario para el registro y la habilitación sanitaria de establecimientos avícolas, que reemplaza la Resolución SENASA N° 614/1997.	La granja Avícola “El Callejón” deberá cumplir con los requisitos de higiene y bioseguridad establecidos en la presente.

Anexo

<p>Res. SENASA N° 243</p>	<p>1989</p>	<p>Registro Nacional de productores avícolas</p>	<p>Deberán registrarse obligatoriamente en el mismo, todos los establecimientos de producción avícola, ya sean plantas de incubación, de planteleros, de cría y engorde de parrilleros, productores de huevos de consumo, pollas de reemplazo, pavos, y otras especies aviares, cuando los mismos posean una capacidad instalada para alojar como mínimo 5 mil aves y en el caso de plantas de incubación una capacidad de carga mínima mensual de cincuenta mil huevos.</p>	<p>La granja Avícola “El Callejón” deberá estar inscripta en dicho registro.</p>
<p>Res. SENASA N° 106</p>	<p>2013</p>	<p>Construcción de nuevos galpones de producción.</p>	<p>Cuando los propietarios de granjas ya instaladas y habilitadas deseen construir nuevos galpones dentro del mismo predio con el fin de ampliar su capacidad instalada, deben comunicar esta iniciativa a la Oficina Local del SENASA que le otorgó la habilitación a fin de que ésta evalúe su factibilidad en virtud de la concentración de aves en granjas vecinas de la zona, de las distancias que separan los galpones del cerco perimetral y de las medidas de bioseguridad establecidas en la normativa vigente.</p>	<p>La granja “El Callejón” en caso de construir nuevos galpones deberá respetar dicha resolución.</p>
<p>Ley N° 24.051</p>	<p>1991</p>	<p>Residuos Peligrosos</p>	<p>La Ley de Residuos Peligrosos toma en cuenta la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, es decir, desde que se producen hasta su disposición final. Dec. Reglamentario PEN N° 181/92 y N° 831/93.</p>	<p>Ver Ley Provincial N° 8973/01 ya que se trata de una ley que ha requerido adhesión a la ley Nacional.</p>
<p>Ley de Presupuestos mínimos N° 25.916</p>	<p>2004</p>	<p>Gestión Integral de Residuos Domiciliarios</p>	<p>Las disposiciones de la presente ley establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los</p>	<p>La disposición de residuos deberá efectuarse mediante métodos apropiados que prevengan y minimicen</p>

Anexo

			residuos domiciliarios, sean estos de origen residencial, asistencial, sanitario, industrial o institucional con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas especiales.	los posibles impactos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población.
Ley de Higiene y Seguridad Laboral N° 19.587 Dec. 617 Agro	1997	Reglamento de Higiene y Seguridad en el agro.	<p>Consiste en la reglamentación de las condiciones de Higiene y Seguridad que deberán cumplimentar en las actividades agropecuarias referidos a:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Deberes y derechos de empleadores, empleados y art. * Servicios de infraestructura * Maquinarias, herramientas, motores y mecanismos de transmisión. * Contaminantes * Riesgos eléctricos * Manejo de materiales * Protección contra incendios * Vehículos * Explotación forestal * Animales * Capacitación y protección a los trabajadores 	La granja Avícola "El Callejón" deberá cumplir con los requisitos establecidos en la presente ley.

Legislación provincia de Córdoba

Normativa	Año	Temática	Resumen	Requisitos u obligaciones
Ley N° 9306	2006	Sistemas Intensivos Concentrados de Producción Animal (SICPA)	Quedan comprendidos en la presente Ley los Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA), creados o a crearse en el ámbito de la Provincia de Córdoba, los cuales deberán adecuar su funcionamiento a los requisitos, exigencias y limitaciones que en ella se establecen.	La granja Avícola "El Callejón" deberá cumplir con los requisitos establecidos en la presente.

Anexo

			<p>Son objetivos de la presente Ley la protección de la salud humana, de los recursos naturales, de la producción animal y la preservación de la calidad de los alimentos y materias primas de origen animal, contribuyendo al desarrollo sostenible de estos emprendimientos y a la disminución del impacto ambiental que los mismos puedan generar.</p>	
<p>Ley N° 10.208</p>	<p>2014</p>	<p>Política Ambiental</p>	<p>La presente Ley determina la política ambiental provincial y, en ejercicio de las competencias establecidas en el artículo 41 de la Constitución Nacional, complementa los presupuestos mínimos establecidos en la Ley Nacional N° 25.675 General del Ambiente, para la gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable que promueva una adecuada convivencia de los habitantes con su entorno en el territorio de la Provincia de Córdoba.</p>	<p>Requiere la realización de Estudios de Impacto Ambiental, Avisos de Proyecto, Auditorías Ambientales según corresponda. Define los proyectos con obligatoriedad de la realización de Avisos de Proyectos a través del Anexo II, y el procedimiento a llevar a cabo en cada caso.</p>
<p>Dec. N° 247</p>	<p>2015</p>	<p>Planes de Gestión Ambiental <i>(REGLAMENTACIÓN DE ARTS. 42, 43 Y 44 DEL CAPÍTULO VII Y ARTS. 49 Y 50 DEL CAPÍTULO IX DE LA LEY N° 10.208)</i></p>	<p>A partir de la publicación del presente, todos los Planes de Gestión Ambiental y las Auditorías Ambientales del Plan de Gestión Ambiental deberán cumplir los requisitos que se establecen en las "Guías de Contenidos de los Planes de Gestión Ambiental" (PGA) y Auditorías Ambientales del Plan de Gestión Ambiental (AA-PGA)" las que forman parte del</p>	<p>La granja Avícola "El Callejón" deberá presentar un plan de gestión ambiental contemplando las actividades que allí se llevan a cabo y los impactos que la misma genera al medio ambiente.</p>

Anexo

			presente como Anexo I.	
Dec. N° 248	2015	Sistema de Gestión Ambiental (<i>REGLAMENTACIÓN DEL ART. 45 DE LEY N° 10.208</i>)	Las entidades públicas o privadas que presenten proyectos que deban someterse obligatoriamente a presentación de Aviso de Proyecto y condicionalmente sujetos a presentación de Estudio de Impacto Ambiental según lo estipula la Ley Provincial N° 10.208, de acuerdo a su Anexo II, deberán demostrar que están elaborando e implantando un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que tenga base documental, cuyo manual incluya, como mínimo, la estructura organizativa, las actividades de planificación, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implementar, revisar y mantener la política ambiental de esas entidades.	La granja Avícola "El Callejón" deberá presentar un sistema de gestión ambiental contemplando las actividades que allí se llevan a cabo y los impactos que la misma genera al medio ambiente.
Ley N° 7343	1985	Residuos y Efluentes	Principios rectores para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente. Normativa propia aplicable residuos art. 52, art. 61 y art. 64. Normativa propia aplicable residuos art. 46	Sera responsabilidad de las personas que contaminen limitar, quitar, limpiar y/o restaurar a su costo y cargo los incidentes relativos a la contaminación. Prohíbe vuelco, descarga o inyección de efluentes que superen los valores máximos permisibles.
Dec. N° 415	1999	Protección de los suelos y recursos hídricos	Aplica a todas las actividades industriales, comerciales y de servicios cuyos residuos (líquidos o sólidos) sean vertidos a los cuerpos receptores finales superficiales y subterráneos, por parte de	Establece los requerimientos a cumplimentar frente a la producción de efluentes industriales, o cloacales, y la presentación formal que debe realizarse

Anexo

			<p>personas físicas o jurídicas. Deberán contar con la autorización previa y específica de la ex DIPAS, ajustada a pautas y condiciones que se establecen en la presente normativa.</p> <p>Sólo podrán utilizarse como cuerpos receptores, los que a continuación se enuncian:</p> <p>a) ríos, embalses, arroyos.</p> <p>B) canales de desagües.</p> <p>C) colectores pluviales.</p> <p>E) aquellos que previa determinación libere al uso la autoridad de aplicación</p>	<p>ante la Autoridad de Aplicación. Fija los valores límites para los volcamientos y a su vez determina los derechos a ser abonados en cada caso.</p>
Ley N° 5.589	1973	Código de Aguas	<p>Modif. Por Ley N° 8.853. Disposiciones referidas al uso de las aguas y defensa contra sus efectos nocivos que contiene principios generales que armónicamente permiten solucionar las múltiples situaciones que puedan plantearse. Autoridad de aplicación Dirección de Aguas y Saneamiento (DAS)</p>	<p>A través de la presente ley se establecen los usos de agua, la determinación de las fuentes posibles, las prestaciones a realizarse frente al aprovechamiento de los recursos superficiales y subterráneos dentro de la provincia. Derechos a ser abonados conforme al tipo de fuente de aprovechamiento.</p>
Ley Provincial de Gestión de residuos Sólidos Urbanos y asimilables. N° 9088. Dec. 381	2003	Gestión de Residuos Sólidos Urbanos	<p>Regula el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y admisibles a urbanos.</p>	<p>La granja Avícola "El Callejón" deberá cumplir con lo establecido en la normativa provincial acerca de los RSU generados en su establecimiento.</p> <p>Evitar el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos.</p>
Ley de Residuos Peligrosos N° 8973	2003	Registro de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos.	<p>Adhiere a la Ley Nacional N° 24.051 y sus anexos.</p>	<p>La granja Avícola "El Callejón" no genera residuos peligrosos, en caso de generarlos deberá inscribirse</p>

Anexo

Dec. 2149				como generador en el registro provincial.
-----------	--	--	--	---

Legislación municipal Río Tercero

Normativa	Año	Temática	Resumen	Requisitos u obligaciones
Dec. N° 615	2004	Tenencia y Cría de animales de producción	<p>Art.19: UBICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS PRODUCTORES Todo establecimiento productor de animales deberá establecerse a una distancia mínima de 2 Km en línea recta desde la finalización de las zonas "A" y "B"</p> <p>Art.20: IMPACTO AMBIENTAL Antes de iniciar la explotación el interesado deberá realizar un estudio de impacto ambiental generado por la misma y sus consecuencias sobre la ciudad y la zona a instalarse, siendo responsabilidad del municipio o de quien este designe evaluar este estudio, Según ley Provincial 7343/85, capítulo IX, art. 49 y Decreto Reglamentario 2131/00.</p> <p>Art.21: INSTALACIONES Las instalaciones del establecimiento productor deberán ser lo más adecuadas posibles, tendiendo estas a ser un establecimiento modelo especialmente en lo referido al manejo de deyecciones, líquidos y efluentes, como así también su correcto tratamiento para minimizar los olores emanados. El productor deberá presentar obligatoriamente, siendo esta condición indispensable para la habilitación, los planos de las instalaciones generales y del sistema de tratamiento de</p>	

			<p>efluentes, evaluando el municipio su viabilidad y, en su defecto, se marcarán los errores y las posibles mejoras.</p> <p>Art.22: TRATAMIENTO DE RESIDUOS El tratamiento de los residuos líquidos, sólidos líquidos, sólidos o gaseosos deberá mantener una adecuación, con los niveles de explotación, siendo obligatorio que el eventual incremento del número de animales devenga en las modificaciones pertinentes a los fines de evitar que tal incremento incida negativamente en las condiciones del medio.</p> <p>Art.23: CONTROL DE PLAGAS Aplicase la ordenanza 982/92 en su totalidad para el control de plagas en los establecimientos a instalarse.</p> <p>Art.24: PLAN SANITARIO El establecimiento a instalarse deberá contar con un correcto y completo plan sanitario desarrollado por un profesional competente, haciendo hincapié en las vacunaciones obligatorias y en el control de Zoonosis.</p> <p>Art.25: VINCULACIÓN CON EL SENASA Una vez obtenida la habilitación municipal, el establecimiento productor deberá presentar ante la oficina de comercio, en un lapso no mayor de 6 (seis) meses el trámite realizado ante el SENASA.</p> <p>Art.26: INHABILITACIÓN Y/O CLAUSURA La falta de cumplimiento de las disposiciones que se describen precedentemente, facultarán a las autoridades municipales</p>	
--	--	--	--	--

Anexo

			<p>para ordenar la inhabilitación y/o clausura del establecimiento en cuestión.</p> <p>Art. 27: Dese al Departamento Ejecutivo Municipal, para su promulgación. Dada en la sala de sesiones del Concejo Deliberante de la Municipalidad de Río Tercero, a los veinte días del mes de mayo del año dos mil cuatro. PROMULGADA POR DECRETO N°6 15/04 DE FECHA 26.05.2004</p>	
Ordenanza Ambiente N° 241	1986	Medio Ambiente	<p>Art. 5º) Queda prohibido el desagüe de efluentes líquidos residuales tratados o sin tratar a las vías y espacios públicos y a los dominios privados de utilidad pública Municipal. Solo se permitirá la evacuación de las aguas de lluvia inalteradas por los respectivos conductos pluviales.</p> <p>Art.6º) Queda prohibida la descarga o inyección de efluentes residuales tratados o sin tratar a niveles de agua subterránea como así también el vuelco al subsuelo de efluentes residuales sin tratamiento a menos de cinco mil (5.000) metros de balnearios y de tomas de agua para uso humano.</p> <p>Art. 7º)- Prohíbese la emisión o descarga a la atmósfera de olores ofensivos para el ser humano, cualquiera sea su naturaleza material.-</p> <p>Art. 8º)- Queda prohibido arrojar residuos y basuras sólidas a las vías y espacios públicos, a los dominios privados de utilidad pública Municipal y a los terrenos baldíos. Solamente se permitirá la evacuación de los</p>	

Anexo

			<p>residuos y basuras sólidas en sus recipientes, que autorice esta Ordenanza y sus reglamentos, en el Capítulo I, Título IV.- Art. 14º)- Los propietarios y/ o responsables de las fuentes contaminantes o susceptibles de contaminar el ambiente deberán planificar, construir o adecuar a su costa todas las instalaciones y/ o procedimientos de tratamiento y/ o acondicionamiento de efluentes residuales, ya sean estas internas o externas y las que fueran necesarias para la conducción de los efluentes al lugar de destino.</p> <p>Art. 133) Establecimientos y actividades industriales en general, que descarguen o puedan descargar efluentes sólidos y líquidos y sus agregados al suelo y al subsuelo, efluentes resultantes de sus operaciones o procesos.- Art. 150º) - Por la presente quedan derogadas las Ordenanzas y cualquier otro instrumento legal que en su contenido se opongan a lo dispuesto por ésta.</p>	
--	--	--	---	--

Legislación municipal Almafuerde

Normativa	Año	Temática	Resumen	Requisitos u obligaciones
<p>Carta Orgánica Municipal Almafuerde Art. 40</p>	1996	Medio Ambiente	<p>Todos los habitantes de la ciudad de Almafuerde tienen el derecho a gozar de un ambiente sano, teniendo estos y el municipio el deber de preservar el medio ambiente y participar de su defensa, así como repara el daño causado, para lo cual corresponde</p>	

			<p>al municipio:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proteger el ecosistema en especial el aire, el agua, el suelo, la flora y la fauna, eliminando o evitando todos los elementos contaminantes que puedan afectarlos. 2. Realizar la evaluación de impacto ambiental y social de proyectos públicos o privados. En caso de obras que afectan el ambiente se prevé la realización de audiencias públicas. 3. Preservar, conservar y controlar los espacios que contribuyan a mantener el equilibrio ecológico de la ciudad, especialmente el paisaje y riberas del río Ctlamochita y el lago Piedras Moras. 4. Sancionar normas tendientes al estricto control de sustancias tóxicas de cualquier naturaleza, que puedan provocar riesgos real o potencial a la salud y al ecosistema. Queda prohibido en el ejido municipal el desarrollo, fabricación, importación, tenencia y uso de armas nucleares, biológicas o químicas y la realización de ensayos y experimentos de la misma índole. 5. Alentar las inversiones orientadas a la defensa y mejoramiento del ambiente. 6. Promover e incentivar la educación ambiental en todos los niveles. 	
<p>Carta Orgánica Municipal Almafuerde Art. 25</p>	1996	Promoción Rural	<p>El municipio entiende en la promoción de actividades rurales, alentando la forestación, reforestación, conservación de suelos y caminos, tendiendo al incremento de la</p>	<p>Establece las prioridades y objetivos del municipio en materia de promoción rural.</p>

Anexo

			producción agrícola-ganadera sustentable, a su diversificación e industrialización.
--	--	--	---

Tablas de análisis de sensibilidad

	\$/UNIT	VAN	% VAN
BASE	\$ 75	\$ 142.494	0%
-30%	\$ 53	\$ -172.089	-221%
-20%	\$ 60	\$ -71.994	-151%
-10%	\$ 68	\$ 42.399	-70%
10%	\$ 83	\$ 256.888	80%
20%	\$ 90	\$ 356.982	151%
30%	\$ 98	\$ 471.376	231%

	CV	VAN	% VAN
BASE	\$ -91.300	\$ 142.494	0%
-30%	\$ -63.910	\$ 198.091	39%
-20%	\$ -73.040	\$ 179.559	26%
-10%	\$ -82.170	\$ 161.026	13%
10%	\$ -100.430	\$ 123.961	-13%
20%	\$ -109.560	\$ 105.429	-26%
30%	\$ -118.690	\$ 86.897	-39%

	CF	VAN	% VAN
BASE	\$ -324.000	\$ 142.494	0%
-30%	\$ -226.800	\$ 339.794	138%
-20%	\$ -259.200	\$ 274.027	92%
-10%	\$ -291.600	\$ 208.261	46%
10%	\$ -356.400	\$ 76.727	-46%
20%	\$ -388.800	\$ 10.961	-92%
30%	\$ -421.200	\$ -54.806	-138%

Referencia bibliográfica

- ▲ ROMÁN, Pilar, et al. 2013. Manual de compostaje del agricultor. Santiago de Chile.
- ▲ CAMPITELLI Paola, et al. 2010. El Compost: características, calidad y uso. Universidad de Córdoba.
- ▲ MONTERO AVENDAÑO, Jorge E. 2006. Diseño de máquina volteadora de compost. Chile
- ▲ O´RYAN HERRERA Jorge; RIFFO PRADO M. Olivia. 2007. El compostaje y su uso en la agricultura.
- ▲ HAMPTON; OZORES. 2003. Curso Internacional de compostaje, producción, control de calidad y usos del compost.
- ▲ AGUILAR RAMIREZ Maite, et al. 2011. Alternativas al manejo de la gallinaza en fresco: secado y compostaje. España.
- ▲ MULLO GUAMINGA Inés. 2012. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Ecuador.
- ▲ TAVERA CORTÉS, M. Elena, et al. S.f. Proyecto de viabilidad tecnológico para producción de composta mediante residuos orgánicos. México.
- ▲ RYNK Robert. 1992. Natural Resource, Agricultura, and Engineering Service (NRAES). On-Farm composting handbook.
- ▲ AVENDAÑO, D. 2003. El proceso de compostaje. Tesis Ing. Agrónomo. Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
- ▲ STZERN Daniel; PRAVIA Miguel. Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos. Lunes 21 de octubre de 2013. www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compost.pdf
- ▲ Gallinaza México 2004 ¿Qué es el compostaje? Lunes 21 de octubre de 2013. www.gallinaza.com/que_es_la_gallinaza.php
- ▲ TORTOSA Germán. 2000. Transformación del nitrógeno en el compostaje de gallinaza. Murcia. Viernes 24 de enero de 2014. www.compostandociencia.com
- ▲ TORTOSA Germán. 2014. Conceptos básicos sobre el compost. Murcia. Martes 04 de noviembre de 2014. www.compostandociencia.com
- ▲ SOSA, Oscar. 2009. El uso del estiércol como abono y el caso de cama de pollo. Universidad Nacional de Rosario. Lunes 24 de marzo de 2014.

- www.unr.edu.ar/noticia/1618/el-uso-del-estiercol-como-abono-y-el-caso-de-la-cama-de-pollo
- ▲ ORTIZ CUARA F. Gabriel. S.f. Manual de elaboración de composta. México. Lunes 21 de octubre de 2013.
[www.metrocert.com/files/Manual de elaboracion de composta.pdf](http://www.metrocert.com/files/Manual_de_elaboracion_de_composta.pdf)
 - ▲ TransGrúas Cial., S.L. Miércoles 26 de marzo de 2014.
www.interempresas.net/Reciclaje/FeriaVirtual/Producto-Volteadores-Pezzolato-PRT-2500-PRS-2500-PRS-3000-101817.html
 - ▲ Bio Nex maquinarias. Sábado 25 de marzo de 2014. www.bio-nex.com
 - ▲ Grup Cervisimag. Viernes 24 de marzo de 2014.
www.cervisimag.com/volteadora.php
 - ▲ Orgánicos Gasán. Sábado 25 de marzo de 2014.
<http://www.organicosgasan.com/maquinaria.html>
 - ▲ TodoAgro. Desarrollo de máquina volteadora, Córdoba, 10 de abril de 2014.
<http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=27564>
 - ▲ Mercedes Manfroni. 2013. La Nación, Supl. Campo, Bs. As., 09.02.13, págs. 1 a 6.
http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/95-Nada_se_tira.pdf
 - ▲ Guillermo Stamatti y De Carli Ricardo Rafaela. Noviembre 2013. Lunes 23 de febrero de 2015.
http://inta.gob.ar/documentos/presentaciones-jornada-nacional-de-residuos-pecuarios/at_multi_download/file/9_INTA_estiercol_avicolas.pdf
 - ▲ Barbaro, L.A., et. AGRISCIENTIA, 2013, VOL. 30 (1): 25-35. Compost de guano de gallina en la producción de sustratos para producción de plantines. Lunes 23 de febrero de 2015.
[http://inta.gob.ar/documentos/compost-de-guano-de-gallina-en-la-composicion-de-sustratos-para-la-produccion-de-plantines-florales/at_multi_download/file/INTA-Compost de guano de gallina en.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/compost-de-guano-de-gallina-en-la-composicion-de-sustratos-para-la-produccion-de-plantines-florales/at_multi_download/file/INTA-Compost_de_guano_de_gallina_en.pdf)
 - ▲ Santiago A. VARELA; Juan G. BASIL. Uso de compost en la producción de plantines de especies forestales. Cuadernillo N° 4. Sección: Silvicultura en viveros. ISSN 1853-4775. Publicado el 15 julio de 2013. Lunes 21 de octubre de 2013.
<http://inta.gob.ar/documentos/cuadernillo-no-4-uso-de-compost-en-la-produccion-de-plantines-de-especies-forestales/>

Referencia normativa

- ▲ SENASA. Resolución 106/2013.
- ▲ SENASA. Resolución 243/1989.
- ▲ SENASA. Resolución 542/2010.
- ▲ SENASA. Resolución 614/2013.
- ▲ Ley de higiene y seguridad laboral N° 19587 (Dec. 617/1997).
- ▲ Ley N° 20284.
- ▲ Ley N° 24051.
- ▲ Ley de presupuestos mínimos N° 25675/2002.
- ▲ Ley de presupuestos mínimos N° 25688/2003.
- ▲ Ley de presupuestos mínimos N° 25916/2004.
- ▲ Resolución N° 302/2012. Ministerio de agricultura, ganadería y pesca de la Nación.
- ▲ Ley N° 5589.
- ▲ Legislación de la Provincia de Córdoba. Ley N° 7343. Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable.
- ▲ Ley de residuos peligrosos N° 8973 (Dec. 2149/2003).
- ▲ Ley provincial de gestión de RSU y asimilables N° 9088 (Dec. 381/2003).
- ▲ Legislación de la Provincia de Córdoba. Ley N° 9164. Secretaría de agricultura y ganadería de Córdoba.
- ▲ Legislación de la Provincia de Córdoba. Ley N° 9306. Política ambiental.
- ▲ Legislación de la Provincia de Córdoba. Ley N° 10208 (Dec. 247/2015). Política ambiental.
- ▲ Legislación de la Provincia de Córdoba. Ley N° 10208 (Dec. 248/2015). Política ambiental.
- ▲ Municipalidad de Río Tercero. Ordenanza N° 241/1986.
- ▲ Municipalidad de Río Tercero. Decreto N° 615/2004.

- ▲ Municipalidad de Almafuerde. Carta orgánica. Artículo 25.
- ▲ Municipalidad de Almafuerde. Carta orgánica. Artículo 40.
- ▲ Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires. Ley 11.430.
- ▲ Ley de tránsito de la Provincia de Buenos Aires. Ley 24.449.
- ▲ Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Resolución N° 1333/2005.