

UNIVERSIDAD DE SONORA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**“COMPOSTEO: UNA ALTERNATIVA DE MANEJO  
SUSTENTABLE DE LOS RESIDUOS  
AVICOLAS”**

**TRABAJO PROFESIONAL**

**Que para obtener el Diploma de la  
ESPECIALIZACION EN DESARROLLO SUSTENTABLE**

**PRESENTA:  
TASIO RENATO BISSO NIETO**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	1
I. RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	2
II. OBJETIVO GENERAL.....	3
III. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
IV. ALCANCE.....	3
V. INTRODUCCION.....	3
VI. MARCO TEORICO.....	4
VI.I Introducción.....	4
Tabla 1. Generación de residuos por diferentes actividades.....	5
VI.II Síntesis de grasas.....	7
Tabla 2. Temperaturas y tiempos de exposición para la eliminación de patógenos.....	9
Figura 1. Esquema del proceso de composteo.....	11
VI.III Composta de mortalidad en granjas avícolas.....	12
VI.IV Experiencias realizadas en otras especies animales.....	13
VII. MARCO LEGAL.....	14
VIII. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	15
VIII.I Búsqueda y análisis de la información relevante.....	15
VIII.II Composteo experimental de los residuos avícolas generados durante una semana.....	15
VIII.III Análisis químico de laboratorio.....	16
VIII.IV Análisis y evaluación de reducción de riesgos ocupacionales y ambientales.....	17
IX. RESULTADOS.....	17
Tabla 3. Cantidad total producida y compostada en 73 días.....	18
IX.I Datos de entrada de las compostas.....	18
Tabla 4. Insumos de la composta n° 1.....	18
Tabla 5. Insumos de la composta n° 2.....	19
Tabla 6. Insumos de la composta n° 3.....	19
Tabla 7. Cantidad total de insumos a compostar.....	20
IX.II Tiempo de compostaje.....	20
IX.III Características físicas.....	20
IX.IV Textura.....	20
Tabla 8. Textura final de la composta.....	21



IX.V	Color.....	21
IX.VI	Olor.....	21
IX.VII	Variación de peso.....	21
Tabla 9.	Variación de peso inicial/final.....	22
IX.VIII	Temperaturas.....	22
Grafico 1.	Temperaturas registradas en el cajon n° 1.....	22
Grafico 2.	Temperaturas registradas en el cajon n° 2.....	23
Grafico 3.	Temperaturas registradas en el cajon n° 3.....	24
IX.IX	Análisis químico.....	24
Tabla 10.	Informe de laboratorio.....	24
X	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE REDUCCIÓN DE RIESGOS OCUPACIONALES Y AMBIENTALES.....	25
XI	CONCLUSIONES.....	26
XII	RECOMENDACIONES.....	27
XIII	REFERENCIAS LITERARIAS.....	28
XIV	ANEXOS.....	31
	Foto n° 1. Granja avícola.....	31
	Foto n° 2. Granjas avícolas de la costa sa. de cv.....	31
	Foto n° 3. Residuos avícolas.....	32
	Foto n° 4. Quema de residuos en granga.....	32
	Foto n° 5. Cenizas residuales de la quema de cadáveres.....	33
	Foto n° 6. Residuos avícolas.....	33
	Foto n° 7. Mortalidad por asfixia.....	34
	Foto n° 8. Construcción de área de compostaje.....	34
	Foto n° 9. Construcción de área de compostaje.....	35
	Foto n° 10. Piso de concreto con desnivel de 30%.....	35
	Foto n° 11. Cajón para compostar.....	36
	Foto n° 12. Cajón para compostar.....	36
	Foto n° 13. Área de compostaje con techo.....	37
	Foto n° 14. Mortalidad de aves.....	37
	Foto n° 15. Paja de trigo molida.....	38
	Foto n° 16. Gallinaza molida.....	38
	Foto n° 17. Acondicionamiento de las capas de paja.....	39
	Foto n° 18. Acondicionamiento de la gallinaza.....	39
	Foto n° 19. Acondicionamiento de los cadáveres.....	40



Foto n° 20. Cubierta de paja.....	4
Foto n° 21. Proceso de aireación.....	4
Foto n° 22. Modo de aireación.....	4
Foto n° 23. Proceso de aireación.....	4
Foto n° 24. Composta de 30 días.....	4
Foto n° 25. Proceso de aireación de la composta (volteo).....	4
Foto n° 26. Proceso de aireación de composta (volteo).....	4
Foto n° 27. Composta de 20 días con cartón.....	4
Foto n° 28. Temperatura registrada de 50°C. en composta.....	4
Foto n° 29. Temperatura registrada de 60° C. en composta.....	4
Foto n° 30. Composta de 45 días.....	4
Foto n° 31. Descomposición de tejido muscular y hueso.....	4
Foto n° 32. Descomposición de huesos.....	4
Foto n° 33. Composta (criba fina) de 70 días.....	4
Foto n° 34. Composta (criba fina) de 70 días.....	4
Foto n° 35. Cernido de composta.....	4
Foto n° 36. Composta fina.....	4
Foto n° 37. Composta gruesa.....	4
Foto n° 38. Humus molido final.....	4
Foto n° 39. Humus final.....	4
Foto n° 40. Humus fino final.....	4
Foto n° 41. Humus almacenado en el cajón.....	4
Foto n° 42. Humus fino en cajones.....	4
Foto n° 43. Compost Aid (bacterias aceleradoras de la descomposición).....	4

## AGRADECIMIENTOS:

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de esta tesina, es inevitable el agradecimiento infinito a las personas que han facilitado las cosas para que este trabajo se lleve a cabo. Por ello es para mí, un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas expresándoles mis agradecimientos.

Debo agradecer primero y antes que nada a **Dios**, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia por que a pesar de no estar presentes físicamente, se que procuran mi bienestar desde mi país, Perú, y está claro que si no fuese por el esfuerzo realizado por ellos no hubiese sido posible la culminación de mis estudios. A mis padres Tasio Bisso y Julia Nieto, mi tío Rolando, mis hermanos y sobrinos, por que a pesar de la distancia, el ánimo, apoyo y alegría que me brindan me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Quiero agradecer a mi esposa Veronica Molina, por su comprensión, paciencia, cuidados, ánimos y consejos, ya que sin estos nunca hubiera llegado a terminar. Doy gracias a mi hija por su tolerancia ante la cantidad de tiempo que no he podido dedicarle y que espero poder recuperar en breve.

De igual manera mi mas sincero agradecimiento al coordinador general de E.D.S. Dr. Luis Velázquez, a mi tutor de tesina Dra. Nora Munguía y a todos mis maestros a quienes debo el realizar mi especialidad en una universidad tan prestigiosa como la Universidad de Sonora.

Así también al Director General de Granjas Avícolas de la Costa S.A. de C. V. Lic. Jorge Quirós, al Ing. David Flores administrador y gran compañero de trabajo y al personal encargado de producción de la granja Felipe Díaz, Jorge Hernández, Salud García y Carlos Lucas.

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta especialidad, con sus altos y bajos y que no necesito nombrar, por que tanto ellas como yo sabemos que desde lo mas profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, animo y sobretodo cariño y amistad.



## I. RESUMEN

Durante el tiempo de investigación se utilizaron 762 Kilogramos de gallinaza, 137.5 Kilogramos de aves muertas, 45 Kilogramos de huevo merma y 53 kilogramos de cartón, los cuales fueron divididos en 3 cajones para su transformación por medio del uso de la alternativa conocida como composta, se encontró que es un método aceptable para reciclar los desechos que se dan a diario en granjas avícolas y obtener un producto que es útil, así como una mejor calidad de aire evitando la quema de estos residuos y generando una mejor calidad de vida a los trabajadores.

En este caso se hicieron tres compostas aeróbicas con cadáveres, gallinaza y paja, distribuidas en cajones llegando a temperaturas de 65° C a 67° C, manteniendo una humedad entre el 50 a 60 %, el llenado de los cajones se hizo al mismo tiempo para que las compostas estén sujetas a los mismos factores climáticos, seguidamente se hizo un análisis de laboratorio para conocer el aporte de nitrógeno total que fue de 1.46 %, fósforo 2.18 %, potasio 2.85 %, conductividad eléctrica 12 400 y un ph de 9.62.

## ABSTRACT

During the time of investigation were used 762 kilograms of gallinaza and 137 kilograms of dead birds, 45 kilograms of spoiled eggs and 53 kilograms of cardboard which were divided into 3 boxes for processing through the use of alternative known as compost, finally, it was found that was acceptable to recycle waste generated daily in poultry farms and produce an useful product, and a better air quality by avoiding the burning of this waste and creating a better quality life for workers). In this case there were three aerobic compost with dead birds, gallinaza and straw distributed in boxes at temperatures reaching 65° C and 67° C maintaining a humidity between 50 and 60 % the filling of the boxes was made at the same time looking that compost were subject to the same weather factors, then became a laboratory analysis to determine that contribution of total nitrogen was 1.46%, 2.18% of phosphorus, 2.85% of potassium, electric conductivity 12 400 and a ph of 9.62.



## **II. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la factibilidad de reducir la contaminación y los riesgos ocupacionales causados en el manejo de residuos avícolas a través del composteo de los mismos.

## **III. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Búsqueda y análisis de la información relevante.
2. Composteo experimental de los residuos avícolas generados durante una semana.
3. Analizar físicamente y químicamente la composta generada.
4. Analizar y evaluar la reducción de riesgos ocupacionales y ambientales

## **IV. ALCANCE**

Este trabajo se llevó a cabo en la empresa Granjas Avícolas de la Costa S.A. de C.V. dedicada a la producción de huevo para mesa, ubicada en Hermosillo Sonora, donde el tiempo de investigación fue de aproximadamente de 4 meses.

## **V. INTRODUCCION**

Actualmente la generación de desechos orgánicos es uno de los principales causantes de la contaminación ambiental en muchos países, incluido México, ya que se producen en grandes cantidades.

Este problema se presenta debido a que la población crece cada vez más, aumentando así, las necesidades de las personas para su subsistencia, tal es el caso de la alimentación. Esto desencadena una producción elevada por acción de la demanda y el consumo de la población.

Actualmente en la industria de alimentos existe mucha competencia, tal es el caso de la producción avícola. México es el primer consumidor de huevo en el mundo seguido por China hasta finales del 2008, a su vez México se encuentra en el quinto

lugar de productores de huevo en el mundo, quinto productor de carne de pollo y sexto productor de carne de pavo, en el mundo.

Esto da lugar a una producción elevada que proviene de una población de aves considerablemente alta, dando lugar a muchas granjas distribuidas en todo el país que como toda actividad industrial genera sus residuos. El estado de Sonora no tiene una población de pollo de carne y pavo significativa, pero sí de gallinas de postura comercial, albergando un 7 % de la población total de gallinas de postura comercial en México.

Las aves muertas que se generan en las granjas avícolas son una fuente de contaminación microbiológica y ambiental, ya que la eliminación de los cadáveres en muchos casos no se da de una forma adecuada, pensando en que estos residuos no pueden ser utilizados nuevamente.

Existen varias alternativas de tratamiento para estos residuos, uno de éstos es la alternativa de compostar los residuos para obtener un producto reusable, la composta se obtiene mediante un proceso natural de biodegradación llevada a cabo por microorganismos reduciendo y transformando los desechos orgánicos en humus.

## **VI. MARCO TEORICO**

### **VI. I Introducción.**

Actualmente la generación de los desechos orgánicos es uno de los principales causantes de la contaminación ambiental en muchos países (Uicab L. y Sandoval C., 2003).

Los residuos sólidos a lo largo de la historia, han generado un problema el cual es su eliminación, pues su presencia es más evidente que la de otro tipo de residuos y su proximidad al hombre resulta más molesta. La sociedad solucionó este problema quitándolo de la vista, arrojándolo a las afueras de las ciudades, a los cauces de los ríos o al mar, u ocultándolo mediante enterramiento (Comando, 2006).

Aproximadamente el 42.6 % de los residuos sólidos de México son de origen orgánico viniendo esta cifra de la suma de residuos orgánicos procedentes de alimentos (27.6%) y el otro (15%) son procedentes de la jardinería (Sauri *et al.*, 2002).



ACTIVIDAD GENERADORA	MATERIALES DE DESPERDICIO	USOS DEL O LOS DESPERDICIOS
AGROPECUARIA	<p><u>Origen vegetal:</u> Restos de cosechas, cultivos, tallos, fibras, cutículas, cáscaras, bagazos, rastrojos, restos de podas y frutos.</p> <p><u>Origen animal:</u> Excretas sólidas y semisólidas, líquidos purines, desechos de matanza, cadáveres, sobrantes de suero y leche.</p>	<p>Compostas, reciclado natural en el suelo.</p> <p>Los residuos animales como complemento en compostas</p>
INDUSTRIA FRIGORÍFICA (rastros) Y LÁCTEA	<p>Excretas, pieles, cuernos, vísceras, contenido ruminal, pelos, plumas, sangre y huesos.</p> <p>Derivados del suero de manteca y quesería.</p>	<p>Alimento animal, productos químicos, harina de sangre, producción de cárnicos (vísceras) o harinas (hígado y carnes) silo de vísceras de sangre y contenido ruminal.</p> <p>Alimentación directa o como complemento.</p> <p>Se propone la producción de composta.</p>
INDUSTRIA CEREALERA	Pajas, rastrojos y cáscaras	Alimento para consumo humano o forraje para animales.

Tabla 1. *Generación de residuos por diferentes actividades.*

Fuente: Uso del contenido Ruminal y algunos Residuos de la Industria Cárnica en la elaboración de composta De acuerdo con (Uicab y Sandoval, 2003)



En el caso de las aves muertas que se generan en las granjas avícolas constituyen una fuente potencial de contaminación microbiológica y ambiental, ya que la eliminación de los cadáveres en muchos casos no se realiza en forma adecuada, posiblemente por que se desconocen las alternativas prácticas y útiles para obtener un producto terminado que represente un ingreso al reciclarlo. Además de este problema es importante que se consideren los malos olores de las aves muertas en estado de descomposición, así como la mala digestibilidad de algunos tejidos como las plumas. Asimismo existe el riesgo de transmitir gérmenes patógenos de las aves a los cerdos así como a los humanos (Muñoz *et al.*, 1999).

De acuerdo con la Organización Internacional de Epizootias (OIE) existen alternativas para darles una utilidad sustentable a los residuos de granja, como son las siguientes:

1. Transformación industrial de desperdicios cárnicos.- Fabricación de Harinas.
2. Incineración en instalaciones especializadas.- Reducción a cenizas.
3. Transformación e incineración.- Combinación para producir combustible para cementeras.
4. Incineración con cortina de aire.- Trabaja con un ventilador para acelerar la incineración.
5. Hoguera.- Incineración al aire libre, mal aceptado por la opinión pública.
6. Elaboración de composta.- Proceso natural de descomposición con la presencia de oxígeno.
7. Inhumación.- Depositar animales muertos en la tierra.
8. Producción de biogás.- fermentación anaerobia que requiere de tratamiento mecánico y térmico.
9. Hidrólisis alcalina.- Utiliza hidróxido de sodio o de potasio para acelerar la hidrólisis de materia biológica, se aplica calor hasta 150 °C.
10. Biorefinado.- Proceso hidrolítico con alta presión y temperatura hasta 180°C.

El presente trabajo tiene como objetivo demostrar la factibilidad de realizar una composta con subproductos avícolas y evaluar su calidad en nutrientes para su uso en la agricultura.

La palabra composta proviene del latín “componere” que tiene un significado de componer, arreglar, acomodar, está basado en componer, arreglar, acomodar desechos orgánicos para facilitar la descomposición y obtener el llamado humus (Martínez, 2003)

Este proceso aeróbico permite llevar a cabo una biotransformación en la cual intervienen microorganismos que descomponen la materia orgánica conjuntamente trabajando con la energía del sol, transformando cadáveres y mezclas de éstos con estiércoles en productos estabilizados como el humus o abono orgánico (Duque, 2005). Esta biodegradación, en la cual la acción de microorganismos aeróbicos benéficos, reducen y transforman los desechos orgánicos en una biomasa bacteriana ácida. La elaboración de composta está basada en la mezcla de aves muertas, pollinaza y paja, colocada en cajones especiales de madera. Las bacterias degradan los cadáveres de las aves utilizando el nitrógeno inorgánico de la pollinaza y los carbohidratos de la paja como sustrato o nutriente. El procedimiento de la fermentación láctica preserva y recupera los nutrientes de las aves muertas, es una adaptación del método de conservación de alimentos e involucra el uso de bacterias ácido lácticas que convierten los azúcares en ácidos orgánicos, los cuales preservan los nutrientes o bien se pueden usar directamente ácidos orgánicos (Muñoz *et al.*, 1999).

## **VI. II Síntesis de grasas.**

La composta de cadáveres fue propuesta como una tecnología efectiva para la biodegradación de grasas animales siendo ésta utilizada como co - sustrato y así equilibrar la relación carbono - nitrógeno, se obtiene mejores resultados con las compostas volteadas o con constante aireación ya que esta acción evita la



aglomeración de las grasas, esta aireación permite una degradación de hasta un 92% de las grasas que son triglicéridos esto quiere decir que son ácidos grasos lineales como el *éster* al *glicerol*, la degradación de las grasas empieza con la hidrólisis enzimática, esta degradación se da por la presencia de enzimas que degradan las grasas como la lipasa que ataca al *éster*, se rompe la cadena con el *glicerol* que es consumido, quedando solo ácidos grasos que por la presencia de oxígeno se produce una beta oxidación de éstos, las grasas aumentan la presencia de la etapa termofílica, incluso la adición de grasas aumenta el tiempo termofílico en el proceso de composta las grasas ayudan a incrementar el calor por su alto contenido energético inhibiendo de esta manera a los agentes patógenos ya que las temperaturas llegan hasta los 70°C (Sánchez *et al.*, 2007).

El humus es el producto final, tiene un color oscuro y posee un aspecto homogéneo, tiene un olor particular, a tierra húmeda, este producto es el que actúa como mejorador de suelo nutriéndolo de materia orgánica y a su vez mejorando la compactación, esta técnica de composteo se ha ido mejorando año tras año, es un fertilizante rico en macronutrientes y micronutrientes indispensables para los cultivos, es un mejorador de las propiedades físicas del suelo favorece a la porosidad y retención de agua en el suelo así como también regula el pH del suelo, para este proceso de compostaje se pueden utilizar materiales difíciles como cartón, papel, pieles, plásticos, baterías y otros materiales más (Espinosa, 2005).

Empleándose en la agricultura como mejorador de suelos, así como para la remoción de contaminantes como los hidrocarburos y plaguicidas (Sauri, 2002).

En este caso se menciona que el proceso de compostaje pasa por cuatro etapas, las cuales se muestran a continuación:

\* Etapa de latencia: es desde el principio de la composta hasta el incremento de temperatura tomando en cuenta la relación carbono-nitrógeno, el pH y la aeración, la temperatura en esta etapa varía entre 10 y 12 grados centígrados y tiene una duración de 24 a 72 horas o mejor dicho de uno a tres días.



\* Etapa mesotérmica 1: en esta etapa la temperatura llega hasta los 40 grados centígrados, aquí es donde los microorganismos mesófilos empiezan con la degradación violenta de la materia orgánica. Esta depende mucho del oxígeno y la humedad.

\* Etapa termogénica: en esta etapa la temperatura puede llegar hasta 75 grados centígrados, aquí es donde los microorganismos mesófilos son remplazados por los microorganismos termófilos que se encontraban estáticos en los residuos de la composta, esta etapa es muy importante por su carácter de selección ya que a estas temperaturas se eliminan los agentes patógenos o nocivos para la salud.

\* Etapa mesotérmica 2: una vez agotados los nutrientes de los desechos orgánicos disminuye la población de microorganismos termófilos, esto genera que la temperatura de la composta empiece a disminuir, es cuando se presentan una nueva población de microorganismos llamada mesófilos. Éstos se encargaran de la descomposición de los materiales más resistentes como las fibras o material carbonado como la lignina, celulosa y hemicelulosa. La temperatura disminuye y se relaciona con la temperatura ambiental siendo este evento un indicador de que el proceso de maduración de la composta se encuentra estable. Al no haber cambios de temperatura significa que el proceso de metabolismo está paralizado, indicando esto que el proceso de compostaje ha culminado. (Panizza, 2005).

DESTRUCCION DE PATÓGENOS		
Organismo	Temperatura	Tiempo de Exposición
Salmonella sp	60°C	12 – 20 minutos
Shigella sp	55°C	60 minutos
Escherichia coli	60°C	10 – 15 minutos
Streptococcus pyogens	54°C	10 minutos
Ascaris lumbricoides	55°C	55 minutos

Tabla 2. Temperaturas y tiempos de exposición para la eliminación de patógenos Fuente: Relación Tiempo/Temperatura °C, para eliminar patógenos. De acuerdo con (Fernández J. y Benito J. 2007).

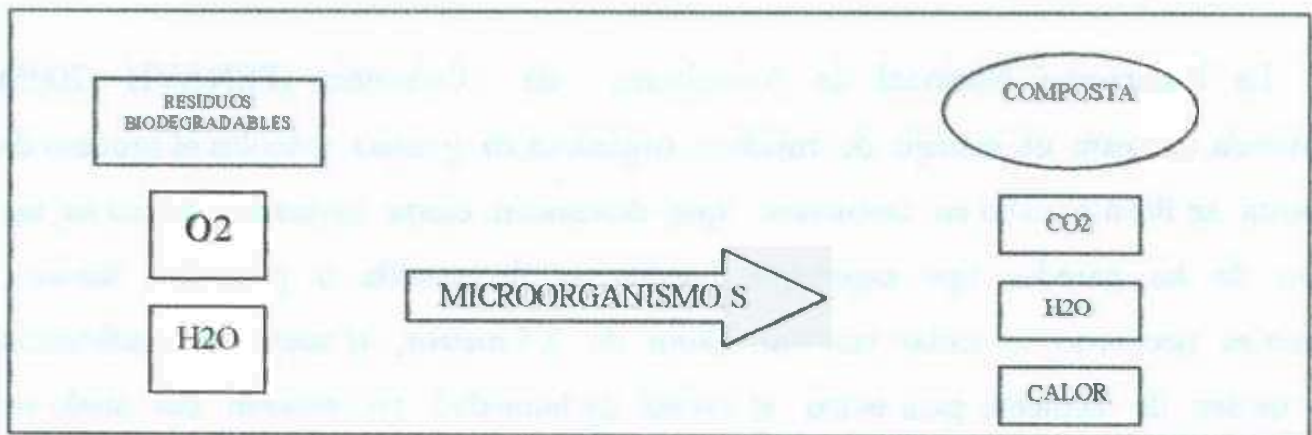


Figura 1: Esquema del Proceso de Composteo \*

Fuente: La Composta: Una receta del siglo XXI (Panizza, 2005).

De acuerdo con la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL), las ventajas y desventajas del compostaje son:

#### Ventajas del Compostaje (SEDESOL).

1. Permite la recuperación de los recursos naturales.
2. Reduce aproximadamente el 50 % el volumen original de los residuos alimentados.
3. Producción de regenerador o mejorador de suelos.
4. Elimina microorganismos patógenos.

#### Desventajas del Compostaje (SEDESOL).

1. Requiere personal especializado para operación y mantenimiento.
2. Requiere medidas y sistemas de control de olores, polvos y lixiviados.
3. Requiere control de calidad estricto.
4. Los consumidores se resisten a cambiar los abonos artificiales por la composta.



### VI. III Composta de mortalidad en granjas avícolas

La Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI) (2005) recomienda que para el manejo de residuos orgánicos en granjas avícolas el proceso de composta se lleva a cabo en ambientes que demandan cierta inversión inicial es así el caso de las paredes tipo cajón que pueden ser de esterilla o pequeños troncos, también es necesario un techo con una altura de 2.5 metros, el suelo de preferencia debe de ser de cemento para evitar el exceso de humedad proveniente del suelo en caso de lluvias, este piso debe de tener una inclinación ligera de un 3% . La colocación de las aves muertas se debe hacer en orden; primero se pone una capa de gallinaza de 30 cm. de alto en el cajón, luego se coloca una capa de paja de 20 cm. aproximadamente de alto, luego se coloca una capa de gallinas muertas de 15 cm. de espesor a unos 15 cm. de los bordes del cajón ya que este espacio será sellado por gallinaza y para terminar se tapa con una capa de gallinaza de 20 cm. y así sucesivamente hasta llenar el cajón, una vez lleno el cajón debe de terminar con gallinaza en una capa de 30 cm. aproximadamente.

El área a utilizar dependerá del tipo de mortalidad a procesar (pollo de carne, gallinas reproductoras, gallinas abuelas, gallina ponedora comercial) esto para la etapa productiva y (crianza, levante) esto para la etapa no productiva.

Para los pollos de carne se recomienda trabajar en cajones de 1.5 metros de largo y ancho, por 1.6 metros de alto para una granja con una mortalidad de 5 a 7 % tomando en cuenta que para 40000 pollos se necesitan 6 cajones, éstos se incrementarán a relación de cada 20000 pollos más se aumentarán 2 cajones. Para el caso de gallinas ponedoras comerciales sucede lo mismo con los cajones éstos serán de 6 cajones para una población mínima de 49900 aves con un 0.15 a 0.20% de mortalidad semanal, incrementándose los cajones a relación de cada 20000 aves más se incrementarán 2 cajones al igual que en pollo de carne, los cajones pueden llegar a ser hasta de 2 metros de largo y ancho, para el caso de gallinas reproductoras livianas con una mortalidad semanal de 0.25 a 0.30% contando 6 cajones para una población



mínima de 25000 aves incrementándose 2 cajones más por cada 10000 aves de más que se tenga en el plantel (Duque, 2005). Es recomendable la alternativa de extraer el humus líquido más conocido como (Leachate) en algunos casos cuando hay exceso de agua en la composta se pierden los nutrientes es necesario asegurar que la temperatura llegue a los 65° C para eliminar los patógenos (King, 2006).

La composta de cadáveres también se ha probado como alimento para pollos de engorde teniendo un alto valor proteínico de 32% y bajos niveles de bacterias patógenas, por lo tanto se convierte en una alternativa para participar como insumo en dietas de animales para consumo humano, bajo la condición que la composta sea muy controlada ya que si está mal hecha, pueden sobrevivir microorganismos de tipo clostridium, esto daría como resultado su limitación como insumo alimenticio (Muñoz, 1999).

#### **VI. IV Experiencias realizadas en otras especies animales**

##### **Mortalidad de cerdos en granja de engorda**

Iowa State University – Extensión (EEUU)

La composta de la mortalidad de cerdo tiene probado ser un proceso aceptable, especialmente para cerdo más pequeño. Una facilidad de compostar es teniendo un techo de estructura con cajones primarios y secundarios de composta. El proceso de composta utiliza una mezcla sencilla de materia carbonosa (que quizás incluya basura de aves caseras, pastillas de madera o paja), reses muertas de cerdo o partes de éstas y el agua. Después de que haya pasado por un proceso completo de composta, la materia se pueda convertir en tierra, según un análisis de laboratorio debe ser un alimento nutritivo del abono terminado (Glanville, 2002).

##### **Mortalidad de vacunos.**

Washington State University – Extensión (EEUU)

La composta en granja es un método económico y ambientalmente sano de rutina o disposición catastrófica de mortalidad, la composta tiene en cuenta la

disposición inmediata y todo el año de res muerta con costos y equipos mínimos. La composta también protege la superficie y agua subterránea, reduce patógenos y mantiene alimentos nutritivos valiosos en la granja. La composta es un proceso biológico de microorganismos aeróbicos (bacterias y hongos) que convierten desecho orgánico crudo en el establo en materia orgánica nutritiva y rica para el suelo. Estos microorganismos en números grandes producen suficiente calor metabólico para aumentar temperaturas dentro de la pila de abono y matar bacterias y virus patógenos. (Price C. y Carpenter L, 2008)

## **VII. MARCO LEGAL**

En México esta contemplado el proceso de composta de cadáveres como manejo de residuos orgánicos en el punto 3.19 del capítulo 3 correspondiente a definiciones del proyecto de modificación de la *Norma Oficial Mexicana NOM-044-ZOO-1995, campaña nacional contra la Influenza Aviar y apéndices normativos*, publicado por el *Diario Oficial, correspondiente al día martes 26 de Agosto del 2003. (Primera Sección)*.

La *Dirección General de Estudios Legislativos y Acuerdos Gubernamentales* llegó a un acuerdo con un *artículo único*, donde se expide la *Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007-2008*, que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y revalorización de los residuos en el estado de Jalisco; definiendo a la composta en los puntos 4.14, 4.15 y 4.16 del capítulo 4 correspondiente a definiciones.

El Programa de Prevención, Control y Erradicación de Enfermedades Aviares en Centro América, con sede en El Salvador. El proceso de composta figura como una de la técnicas para el manejo de la mortalidad en granjas avícolas, en el *artículo 5.1.10.2, b. de la Directriz Técnica para Regular la Actividad Avícola Regional, 2006.*



España tiene una aplicación normativa del manejo de animales no aptos para consumo humano con el nombre de *Real Decreto 1429/2003*, así como también se aprueba el aprovechamiento y transformación de subproductos cárnicos para usos industriales y alimentación animal bajo el nombre de *Real Decreto 944/1984*.  
*Fernández J. y Benito J. (2007)*

El Organismo Internacional de epizootias contempla en el *capítulo 4.13* con el nombre de *eliminación de animales muertos, alternativa 6*, la composta de cadáveres es una de las recomendaciones como manejo de la mortalidad en granjas avícolas (Organismo Internacional de Epizootias, 2008)

En México se contempla la composta como el mejor método para deshacerse de la mortalidad, por ser rápido, barato, práctico y accesible.(Quiroz, 2004)

## **VIII. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

### **VIII. I Búsqueda y análisis de la información relevante:**

La búsqueda de información con respecto a este tema fue de 2 meses, se buscó información de diferentes países con experiencias semejantes acerca del manejo de residuos en granjas, control de olores, síntesis de grasas en el compostaje a base de cadáveres, composta de cadáveres, problemas de contaminación generado por residuos avícolas, sustentabilidad en la producción avícola, la composta como alternativa para el tratamiento de aguas residuales, ventajas y desventajas del compostaje, reglas que contemplen este proceso como alternativa para evitar la contaminación ambiental a nivel nacional e internacional.

### **VIII. II Composteo experimental de los residuos avícolas generados durante una semana:**

La composta se preparó con aves muertas procedentes de la granja de producción de huevo "pinos altos" perteneciente a la empresa Granjas Avícolas de la Costa S.A.

de CV. situada en la costa de Hermosillo, Sonora, México. Para su elaboración se utilizó 65% de gallinaza, 12.5 % de aves muertas, 13% de paja, 5% de huevo residual y 7% de cartón aproximadamente, esta actividad se llevó a cabo a 200 metros de la granja en un espacio destinado y cubierto. Se construyeron 2 cajones de planchas de metal con orificios de 1 pulgada de diámetro para facilitar el aireado y realizar el llenado de la composta con dimensiones de 2 metros de largo por 2 metros de ancho por 1.50 metros de alto. Los cajones fueron divididos por una malla de metal para separar cada cajón en 2 compartimientos y así obtener 4 cavidades para llevar a cabo los 3 experimentos con cadáveres.

El llenado de los cajones se llevó a cabo con cadáveres recolectados de una semana normal de mortalidad, estos cadáveres a su vez fueron abiertos por el abdomen y se les introdujeron las patas dentro de la cavidad para asegurar la descomposición de las patas, las compostas estuvieron expuestas a diferentes factores al mismo tiempo de avanzado el proceso de compostaje.

### **VIII. III Análisis químico de laboratorio:**

Para el análisis de laboratorio para reconocer el pH se usó una muestra de la composta la cual se diluyó en agua y se procedió a tomar lectura del pH con un potenciómetro con calibradores de pH en el rango de medición, para el nitrógeno total se llevó a cabo bajo el método de Kjeldahl, el cual se basa en una digestión de la muestra con ácido sulfúrico para digerir los compuestos orgánicos totales quedando solamente así el amoníaco, el cual se destila el amonio luego se colecta el destilado y se somete a ácido bórico, posteriormente se valora con una solución de ácido sulfúrico normalizado y así se realizan los cálculos para determinar el porcentaje de nitrógeno, con respecto a la humedad se toma una muestra y se pesa luego se deposita en una capsula que también se pesa aparte, luego se somete todo junto a un horno de secado a 105° C por 5 horas luego se extrae la muestra se manda a un desecador para su enfriamiento y se toma el peso, así se saca el % de humedad por diferencia de pesos y para lo que es el fósforo y potasio se tomó un peso de la muestra se le agregó



ácido nítrico concentrado y posteriormente fue digerido a 170 °C en un horno microondas por 30 minutos aproximadamente, luego se enfría la muestra y se diluye en agua desionizada a volumen conocido y se hacen las lecturas por espectrofotometría de emisión atómica por plasma inducido y acoplado (ICP) y se determina el % de potasio y fósforo.

#### **VIII. IV Análisis y evaluación de reducción de riesgos ocupacionales y ambientales:**

En la granja de producción de huevo para mesa existe una población de aves de 90000 aves de postura comercial siendo así esta actividad produce cantidades de residuos moderadas como la gallinaza, la mortalidad de aves a diario, rutina del manejo normal en esta actividad, huevo no apto para consumo humano o contaminado y cartón producto del manejo a diario del huevo no apto para consumo humano, estos son a su vez incinerados causando malos olores y presencia de animales carroñeros así como de moscas portadoras de muchas enfermedades.

#### **IX. RESULTADOS**

**Cantidad de residuos orgánicos producidos diariamente en la granja aproximadamente.**

1. Gallinaza aproximadamente de 4000 a 4500 Kg por día
2. Aves muertas (mortalidad diaria) aproximadamente de 35 a 40 Kg
3. Huevo merma aproximadamente de 30 a 35 Kg
4. Cartón aproximadamente de 3 a 5 Kg

El porcentaje de los residuos tratados fue de 0.20 % para la gallinaza, 5.02 % para las aves muertas, 1.89 % para el huevo merma y un 18.15 % para el cartón durante el tiempo de compostaje de 73 días. Ver tabla 3.

Concepto	Rango de producción/día (Kg.)	Promedio de producción/día (Kg.)	Producción en 73 días (Kg.)	Cantidad compostada (Kg.)	Porcentaje (%)
Gallinaza	4000-4500	4250	310250	762	0.24
Aves muertas	35-40	37.5	2737.5	137.5	5.02
Huevo merma	30-35	32.5	2372.5	45	1.89
Cartón	3-5	4	292	53	18.15
Total	4068-4580	4324	315652	997.5	0.3

Tabla 3: Cantidad total producida y compostada en 73 días.

## IX. 1 Datos de entrada de las compostas

### Cajón N° 1:

La composta n° 1 estuvo conformada por cartón como capa inicial, seguido de una capa de gallinaza molida, luego paja de trigo molida con una longitud de 3 cm aproximadamente, encima de esta cama de paja se colocaron los cadáveres de las gallinas abiertos por el abdomen, luego se le incorporó un acelerador de descomposición (compost aid) polvo diluido en agua, encima otra capa de gallinaza, luego el huevo residual y por último se selló con paja. Ver tabla 4.

INSUMOS	ALTURA	UNIDADES	TRATAMIENTO 1	OBSERVACIONES
PAJA	15 CM	KILOGRAMOS	20	Paja molida de 3 cm de largo
HUEVO MERMA	8 CM	KILOGRAMOS	23	Huevo no apto para consumo humano
GALLINAZA	10CM	KILOGRAMOS	87.5	Gallinaza molida
COMPOST AID	0	KILOGRAMOS	0.15	150 gr diluido en 10 Lts. de agua
GALLINA	15 CM	KILOGRAMOS	42.5	Abiertas por el abdomen
PAJA	20 CM	KILOGRAMOS	27.5	Paja molida de 3 cm de largo
GALLINAZA	20 CM	KILOGRAMOS	150	Gallinaza molida
CARTÓN	10 CM	KILOGRAMOS	26.5	Se agregó agua moderadamente
SUFLO	0	KILOGRAMOS	0	
TOTAL	98 CM	KILOGRAMOS	377.15	Peso total inicial aproximado

Tabla 4: Insumos de la composta n° 1



### Cajón N° 2:

La composta n° 2 estuvo conformada por paja de trigo molida con una longitud de 3 cm. como capa inicial, seguido de una capa de gallinaza molida, seguido los cadáveres de las gallinas abiertos por el abdomen, luego se le incorporó un acelerador de descomposición (compost aid) polvo diluido en agua, encima otra capa de gallinaza, luego el huevo residual y por último se selló con paja Ver tabla 5.

INSUMOS	ALTURA	UNIDADES	TRATAMIENTO 2	OBSERVACIONES
PAJA	15 CM	KILOGRAMOS	20.5	Paja molida de 3 cm de largo
HUEVO MERMA	8 CM	KILOGRAMOS	22	Huevo no apto para consumo humano
GALLINAZA	10CM	KILOGRAMOS	87.5	Gallinaza molida
COMPOST AID	0	KILOGRAMOS	0.15	150 gr diluido en 10 Lts. de agua
GALLINA	15 CM	KILOGRAMOS	48	Abiertas por el abdomen
GALLINAZA	20 CM	KILOGRAMOS	150	Gallinaza molida
PAJA	10 CM	KILOGRAMOS	29	Paja molida de 3 cm de largo
SUELO	0	KILOGRAMOS	0	Se agregó agua moderadamente
TOTAL	78 CM	KILOGRAMOS	357.15	Peso total inicial aproximado

Tabla 5: Insumos de la composta n° 2

### Cajón N° 3:

La composta n° 3 estuvo conformada por cartón como capa inicial, seguido de una capa de gallinaza molida, luego paja molida con una longitud de 3 cm, seguido los cadáveres de las gallinas abiertos por el abdomen, encima otra capa de gallinaza, y por último se selló con paja Ver tabla 6.

INSUMOS	ALTURA	UNIDADES	TRATAMIENTO 3	OBSERVACIONES
PAJA	15 CM	KILOGRAMOS	20.5	Paja molida de 3 cm de largo
GALLINAZA	10CM	KILOGRAMOS	87.5	Gallinaza molida
GALLINA	15 CM	KILOGRAMOS	47	Abiertas por el abdomen
PAJA	20 CM	KILOGRAMOS	26.5	Paja molida de 3 cm de largo
GALLINAZA	20 CM	KILOGRAMOS	150	Gallinaza molida
CARTÓN	10 CM	KILOGRAMOS	26.5	Se agregó agua moderadamente
SUELO	0	KILOGRAMOS	0	
TOTAL	90 CM	KILOGRAMOS	358.00	Peso total inicial aproximado

Tabla 6 Insumos de la composta n° 3

Haciendo un resumen de la cantidades a compostar obtendríamos que de gallinaza se trataron 762 Kg, de aves muertas 137.5 Kg, de huevo merma 45 Kg y de cartón 53 %; haciendo un total de 997.5 Kg de residuos avícolas. Ver tabla 7.

INSUMOS	TOTAL (Kg)/3 COMPOSTAS
GALLINAZA	762
AVES MUERTAS	137.5
HUEVO MERMA	45
CARTÓN	53
TOTAL	997.5

Tabla 7: Cantidad total de insumos a compostar.

#### IX. II Tiempo de compostaje:

El tiempo de compostaje para este experimento fue de 73 días

#### IX. III Características físicas:

Las características físicas que presentaron las compostas fueron las siguientes.

#### IX. IV Textura:

La textura de la composta se clasificó en gruesa de 3 a 5 cm, fina de 0.5 a 1 cm, huesos de 5 a 8 cm y papel no degradado de 0.5 a 1.5 cm; presentando el tratamiento 1 la textura mas gruesa con el 62.7 %, textura fina con un 32.7 % del peso total final pero presentó el menor porcentaje de huesos que fue de 0.5 % y de papel un 4.1 % ; el tratamiento 2 obtuvo una textura gruesa de 51.2 %, fina 47.2 %, de huesos 1.6 % y de



papel 0% porque no llevó este insumo y en el tratamiento 3 la textura gruesa obtuvo un 55 %, fina 40.2 %, huesos 0.6 % y papel no degradado en un 4.2%. Ver tabla 8.

COMPOSTA	Tratamiento 1	%	Tratamiento 2	%	Tratamiento 3	%
GRUESA (Kg)	230	62.7	126	51.2	171	55
FINA (Kg)	120	32.7	116	47.2	125	40.2
HUESOS (Kg)	2	0.5	4	1.6	2	0.6
PAPEL (Kg)	15	4.1	0	0	13	4.2
Peso total final	367	100	246	100	311	100

Tabla 8: Textura final de la composta

Gruesa: de 3 a 5 cm.

Fina: de 0.5 a 1 cm.

Huesos: de 5 a 8 cm.

Papel: de 0.5 a 1.5 cm

#### IX. V Color:

La composta al final del periodo de 73 días, presentó un color café oscuro de manera dominante en todo el producto orgánico final.

#### IX. VI Olor:

La composta presentó un olor a tierra húmeda, no se percibieron malos olores como a putrefacción o ranciedad causado por las grasas.

#### IX. VII Variación de peso:

Con respecto a la variación de peso, la composta del tratamiento 1 se vio disminuida en un 2.8 % con respecto a su peso inicial, la composta del tratamiento 2 tuvo una

reducción de un 31.1 % con respecto a su peso inicial y en la composta del tratamiento 3 se redujo en un 13.1 % con respecto a su peso inicial. Ver tabla 9.

CONCEPTO	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Peso total inicial	377	357	358
Peso total final	366.5	246	311
Diferencia	10.5	111	47
% de variación	2.8	31.1	13.1

Tabla 9: Variación de peso inicial /final

### IX. VIII Temperaturas:

#### Cajón n° 1

La composta del cajón 1 alcanzó su máxima temperatura a los 28 días aproximadamente de empezado el proceso de compostaje llegando a 67 °C descendiendo posteriormente y se le sometió a un ritmo de volteo constante. Ver Grafico 1.

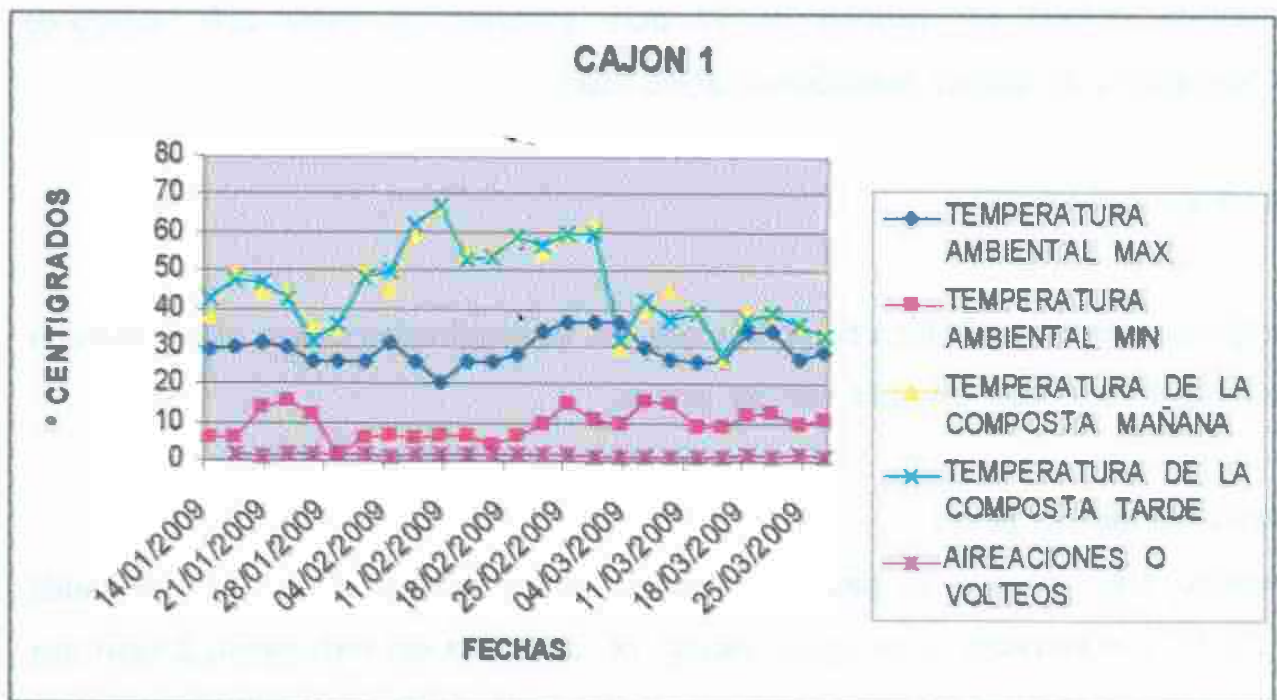


Grafico 1: Temperaturas registradas en el cajón n° 1



### Cajón nº 2

La composta del cajón 2 alcanzó su máxima temperatura a los 28 días aproximadamente de empezado el proceso de compostaje llegando a 65 °C descendiendo posteriormente y se le sometió a un ritmo de volteo y aireación constante. Ver Grafico 2

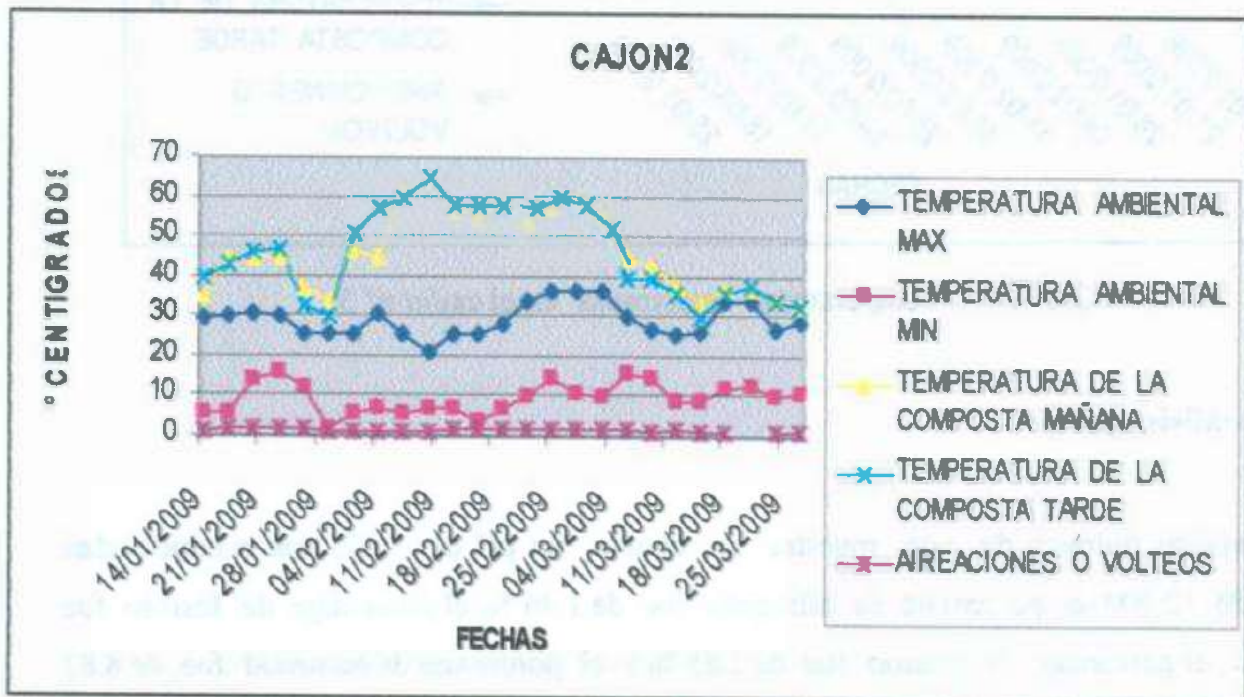


Grafico 2: Temperaturas registradas en el cajón nº 2.

### Cajón nº 3

La composta del cajón 3 alcanzó su máxima temperatura a los 28 días aproximadamente de empezado el proceso de compostaje llegando a 66 °C descendiendo posteriormente y se le sometió aun ritmo de volteo y aireación constante. Ver Grafico 3.

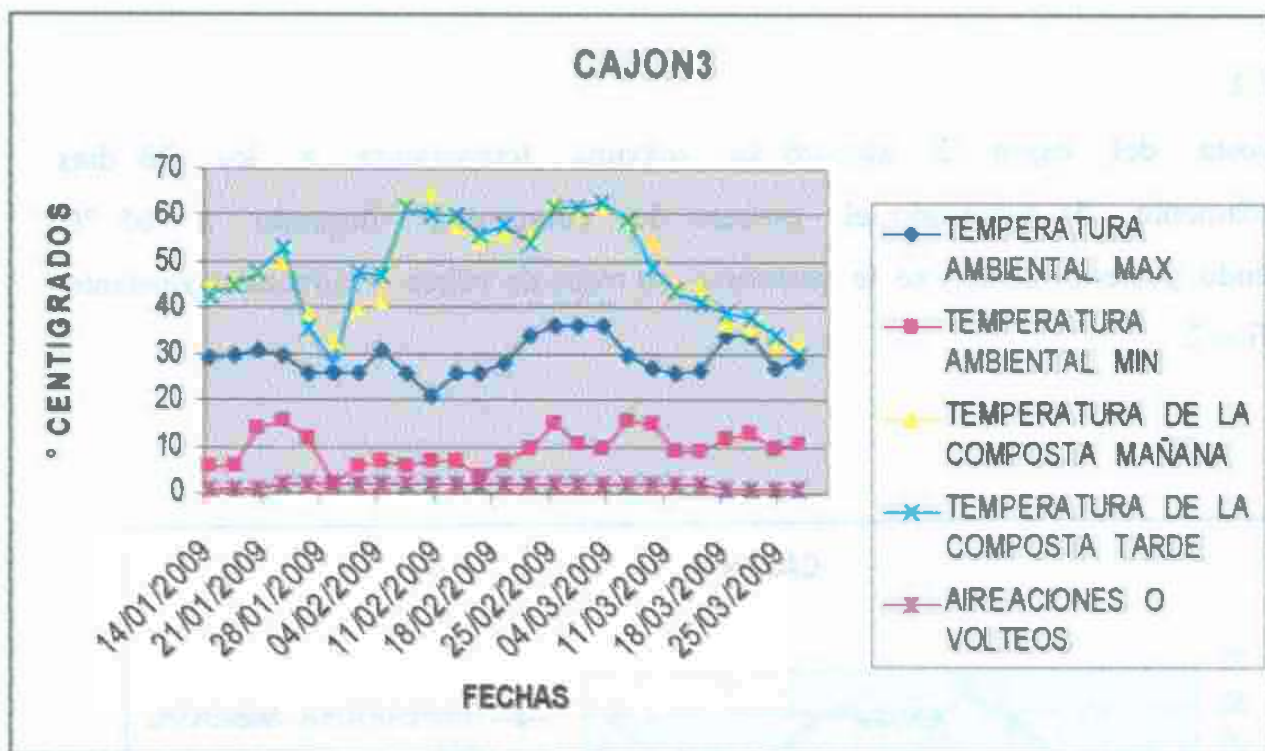


Grafico 3: Temperaturas registradas en el cajón n° 3

## IX. IX Análisis químico:

En el análisis químico de una muestra se obtuvo un pH de 9.62, una conductividad eléctrica de 12 400, el porcentaje de nitrógeno fue de 1.46 %, el porcentaje de fósforo fue de 2.18 %, el porcentaje de potasio fue de 2.85 % y el porcentaje de humedad fue de 8.82 %, estos datos fueron hechos en el laboratorio (Analítica del noroeste) en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Ver tabla.10.

PARAMETROS EN MUESTRA	RESULTADOS	PROCESO ANALISTA	REFERENCIA
pH	9.62	2009/05/13 MAA/JLECD/DPA	NMX-AA-008-SCFI-2000
Conductividad eléctrica us/cm	12 400	2009/05/13 MAA/JLECD/DPA	NMX-AA-093-SCFI-2000
Nitrógeno total Kjeldahl(N) %	1.46	2009/05/13 CVG	AOAC 914.13
Humedad %	8.82	2009/05/14 MAA/JLECD/DPA	AOAC 930.15
Potasio (K)	2.85	2009/05/18 CKSA/GAPG/BSTB	EPA 6010B
Fósforo (P)	2.18	2009/05/18 CKSA/GAPG/BSTB	EPA 6010B

Tabla 10: Informe de laboratorio



## X. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE REDUCCIÓN DE RIESGOS OCUPACIONALES Y AMBIENTALES:

### **Riesgos ambientales generados por residuos avícolas**

En la actividad de la producción de huevos, se presentan problemas ambientales a continuación mencionaremos algunos de estos.

- 1.- Olores nauseabundos y ofensivos por la quema de cadáveres y basura.
- 2.- Presencia de moscas, ratas y animales carroñeros.
- 3.- Emanaciones de amoniaco que derivan de las heces de las aves.
- 4.- Presencia de parásitos externos de las aves que causan molestias a los trabajadores.
- 5.- El exceso de ruido causado por las aves.

### **Riesgos físicos**

- 1.- Exceso de ruido causado por las aves, ocasionando estrés en los trabajadores.
- 2.- Las temperaturas extremas en las instalaciones ya sea frío o calor.
- 3.- El exceso de humedad en las casetas.

### **Riesgos ergonómicos**

- 1.- Posturas inadecuadas.
- 2.- Trabajos prolongados de pie.

3.- Trabajos prolongados con inclinación de tronco.

### **Riesgos biológicos (biohazard)**

1.- Exposición a bacterias, virus, cadáveres de aves en putrefacción y su exposición a sus fluidos, basura y desperdicios.

### **Riesgos por factores mecánicos**

1.- Causados por el uso de herramientas, maquinas o equipos, provocando daños o lesiones como contusiones, heridas e incluso amputaciones.

### **Riesgos químicos**

1.- Éstos pueden ser gases, vapores, aerosoles, partículas sólidas (polvos, humos, fibras), partículas líquidas (nieblas, rocíos), líquidos y sólidos.

### **Riesgos físico químicos**

1.- Éstos pueden ser los incendios, por la presencia de combustibles para uso en caso de falta de energía eléctrica, se utilizan a veces motobombas o plantas generadoras de energía las cuales trabajan con combustibles como gasolina o diesel (Correa, 2008)

## **XI. CONCLUSIONES:**

1.- Se concluye que la composta con cadáveres es una alternativa eficaz para el manejo de residuos avícolas disminuyendo en un 0.3 % los residuos avícolas con solo 3 cajones en un experimento llevado a cabo en la costa de Hermosillo, Sonora, Mexico.



## X. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE REDUCCIÓN DE RIESGOS OCUPACIONALES Y AMBIENTALES:

### **Riesgos ambientales generados por residuos avícolas**

En la actividad de la producción de huevos, se presentan problemas ambientales a continuación mencionaremos algunos de estos.

- 1.- Olores nauseabundos y ofensivos por la quema de cadáveres y basura.
- 2.- Presencia de moscas, ratas y animales carroñeros.
- 3.- Emanaciones de amoniaco que derivan de las heces de las aves.
- 4.- Presencia de parásitos externos de las aves que causan molestias a los trabajadores.
- 5.- El exceso de ruido causado por las aves.

### **Riesgos físicos**

- 1.- Exceso de ruido causado por las aves, ocasionando estrés en los trabajadores.
- 2.- Las temperaturas extremas en las instalaciones ya sea frío o calor.
- 3.- El exceso de humedad en las casetas.

### **Riesgos ergonómicos**

- 1.- Posturas inadecuadas.
- 2.- Trabajos prolongados de pie.

3.- Trabajos prolongados con inclinación de tronco.

### **Riesgos biológicos (biohazard)**

1.- Exposición a bacterias, virus, cadáveres de aves en putrefacción y su exposición a sus fluidos, basura y desperdicios.

### **Riesgos por factores mecánicos**

1.- Causados por el uso de herramientas, maquinas o equipos, provocando daños o lesiones como contusiones, heridas e incluso amputaciones.

### **Riesgos químicos**

1.- Estos pueden ser gases, vapores, aerosoles, partículas sólidas (polvos, humos, fibras), partículas líquidas (nieblas, rocíos), líquidos y sólidos.

### **Riesgos físico químicos**

1.- Éstos pueden ser los incendios, por la presencia de combustibles para uso en caso de falta de energía eléctrica, se utilizan a veces motobombas o plantas generadoras de energía las cuales trabajan con combustibles como gasolina o diesel (Correa, 2008)

## **XI CONCLUSIONES:**

1.- Se concluye que la composta con cadáveres es una alternativa eficaz para el manejo de residuos avícolas disminuyendo en un 0.3 % los residuos avícolas con solo 3 cajones en un experimento llevado a cabo en la costa de Hermosillo, Sonora, Mexico.



2.- La composta que no llevo cartón se degrado más, con respecto a la variación de peso, el cartón no se degrado muy bien tal vez por la presencia de ceras que se usan en la industrialización del cartón que lo hacen mas resistente al ataque bacteriano.

3.- Las temperaturas altas se mantuvieron por mas de 48 horas asegurando un proceso de erradicación de bacterias patógenas de la biomasa.

## **XII. RECOMENDACIONES:**

1.- El proceso de compostaje está recomendado para controlar los posibles riesgos de enfermedades aviares.

2.- Con esta práctica del compostaje también se reducen los riesgos de enfermedades hacia los trabajadores ya que la descomposición de los cadáveres esta en un medio aislado.

3.- Gracias a este proceso se obtiene una mejor calidad de aire ya que no produce humo ni malos olores fuertes que contaminan el medioambiente.

4.- La carga de moscas presentes en la granja se ve disminuida obteniéndose un mejor ambiente de trabajo.

### XIII REFERENCIAS LITERARIAS.

Comando A., (2006). Optimización del Compostaje de Residuos Sólidos Urbanos en Proceso de Serie Anaerobio – Aerobio. Universidad Politécnica de Madrid.

Correa, F.(2008) “Riesgos ocupacionales de los trabajadores de la producción avícola”, Industria Avícola, Vol. 55, disponible en: [www.WATTpoultry.com](http://www.WATTpoultry.com)

Diario Oficial, 26 de Agosto (2003), México.

Dirección general de estudios legislativos y acuerdos gubernamentales **Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007-2008**, México

Directriz Técnica para Regular la Actividad Avícola Regional, (2006), Programa de prevención, control y erradicación de enfermedades aviares en Centro América, El Salvador.

Duque G. (2005). Aprovechamiento Integral de Residuos Agroindustriales. 5º Congreso Disposición Final de Residuos Sólidos y Perspectivas Ambientales en Colombia. Expofuturo – Pereira. FENAVI. Federación Nacional de Avicultores de Colombia

Espinosa V. R. M., Delfín A. I. (2005). Composteo: Reaprovechamiento de la Materia Orgánica. pp 27 – 36. *Arborea: Órgano Informativo de la Asociación Mexicana de Arboricultura. Revista Cuatrimestral*, año 7, numero 14-15



Fernández J., Benito J. (2007). Revalorización de subproductos en el sector de producción de huevos. Asociación española de productores de huevo. Madrid, España.

Glamville Tom. (2002). Composting Swine Mortalities in Iowa, Iowa State University – Extension. (2002), Department of Agricultural & Biosystems Engineering, Ames, Iowa, Disponible en "<http://www.iastate.edu/pigsgone/>"  
<http://www.iastate.edu/pigsgone/>

Heredia ER. , Lopez C, Muñoz R, Avila E, (1999) "Composta valor nutricional en pollos de engorda", *Journal. Veterinaria México*, Vol. 30, Nº 3, pp 249-256.

King M. (2006). Using Active, Sludge Compost to Address Catastrophic and Routine Poultry Mortality Disposal, Maine Compost Team – MEDEP,

Martínez C. (2003). Abonos Orgánicos: origen, usos y aplicación. Secretaria de Desarrollo Social del Gobierno de Chiapas, Dirección de Promoción Social. Chiapas Mexico.

O.I.E. Organismo Internacional de Epizootias, Eliminación de Animales Muertos, (2008)

Panizza DL. A. (2005). La Composta: Una Receta Del Siglo XXI. pp 38 – 43. *Arborea: Órgano Informativo de la Asociación Mexicana de Arboricultura*. Revista Cuatrimestral, año 7, numero 14 -15, 2005.

Price C. y Carpenter L. (2008). On –farm Composting of Large Animal Mortalities. Center for Sustaining Agriculture & Natural Resources. Washington State University Extension.

Quiroz, A (2004), "Aprovechamiento de la mortalidad en granjas", Boletín Técnico Incubadora Mexicana, el Vol. 7 N° 416, disponible en <http://www.iasa.com.mx/~prov01/imsa/publicaciones/aprmortalidad.pdf>

Sanchez A. Ruggieri L. Gea T. Artola A. (2008). "Influence of different co ~ substrates biochemical composition on raw sludge co ~composting". *Journal Biodegradation*. Vol. 19, pp 403 ~415.

Sauri R. M. R. & Castillo B. E. R. (2002). Utilización de Composta para la Remoción de Contaminantes. pp 55 - 60. Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Uicab L., Sandoval C. (2003). Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria carnica en la elaboración de composta. *Tropical and Sub tropical Agroecosystem*. pp 45 – 63. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán.



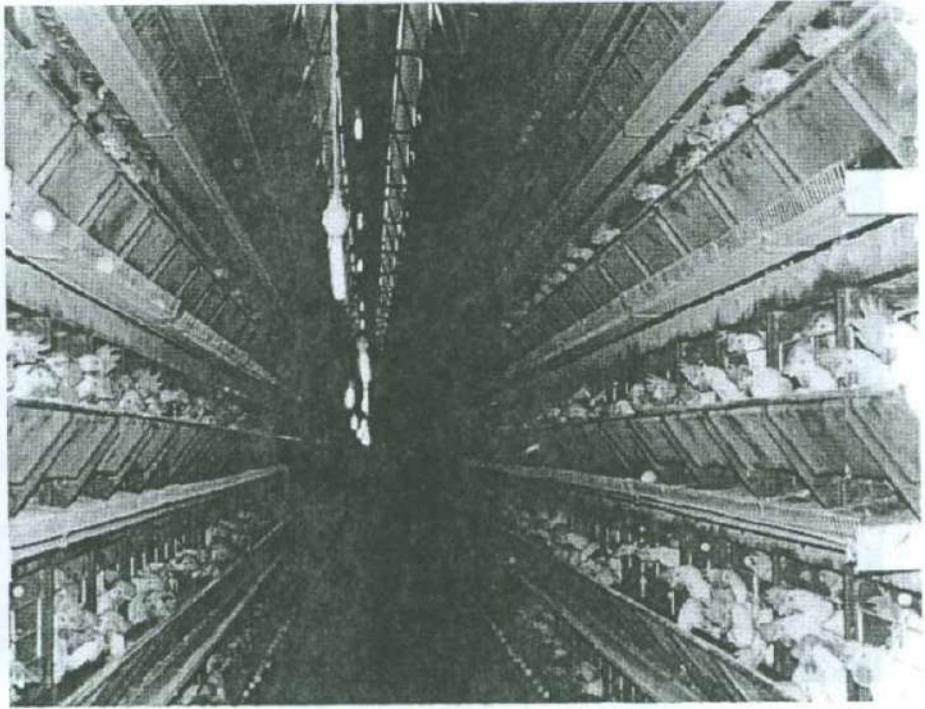


Foto n° 1: Granja avícola.



Foto n° 2: Granjas Avícolas de la Costa S.A. de C.V.



Foto n° 3: Resíduos avícolas.

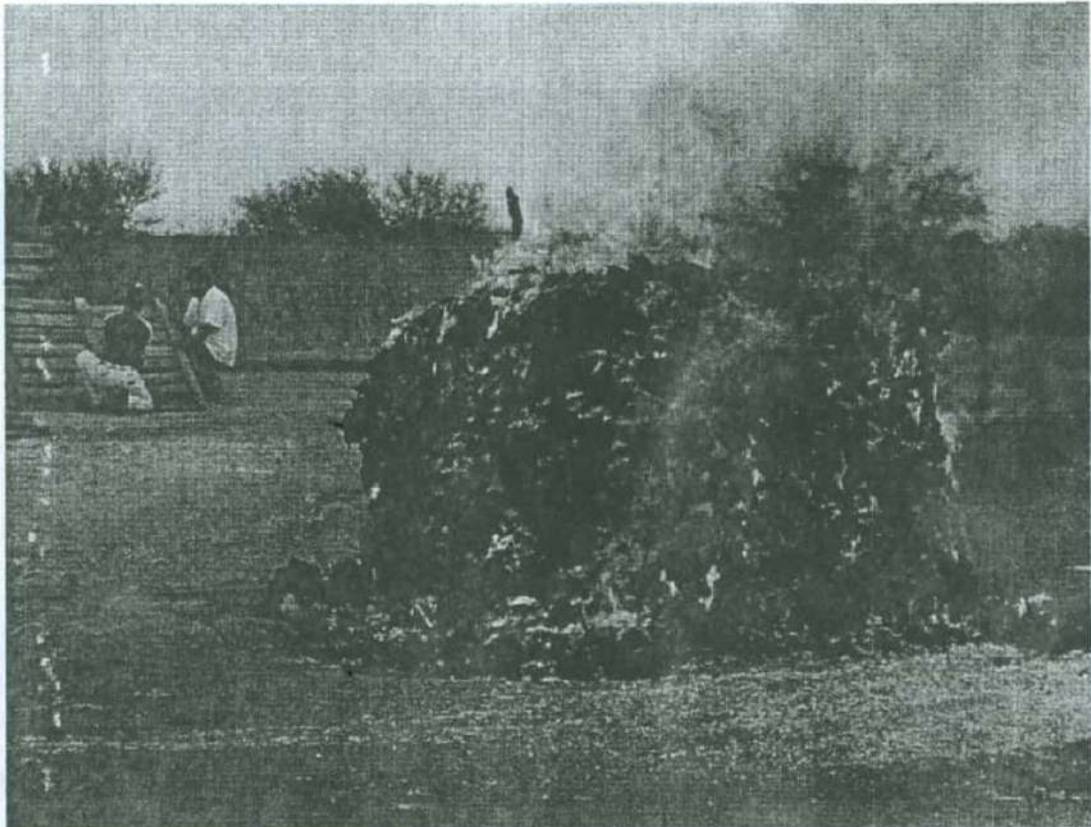


Foto n° 4: Quema de resíduos en granja.





Foto nº 5: Cenizas residuales de la quema de cadáveres.

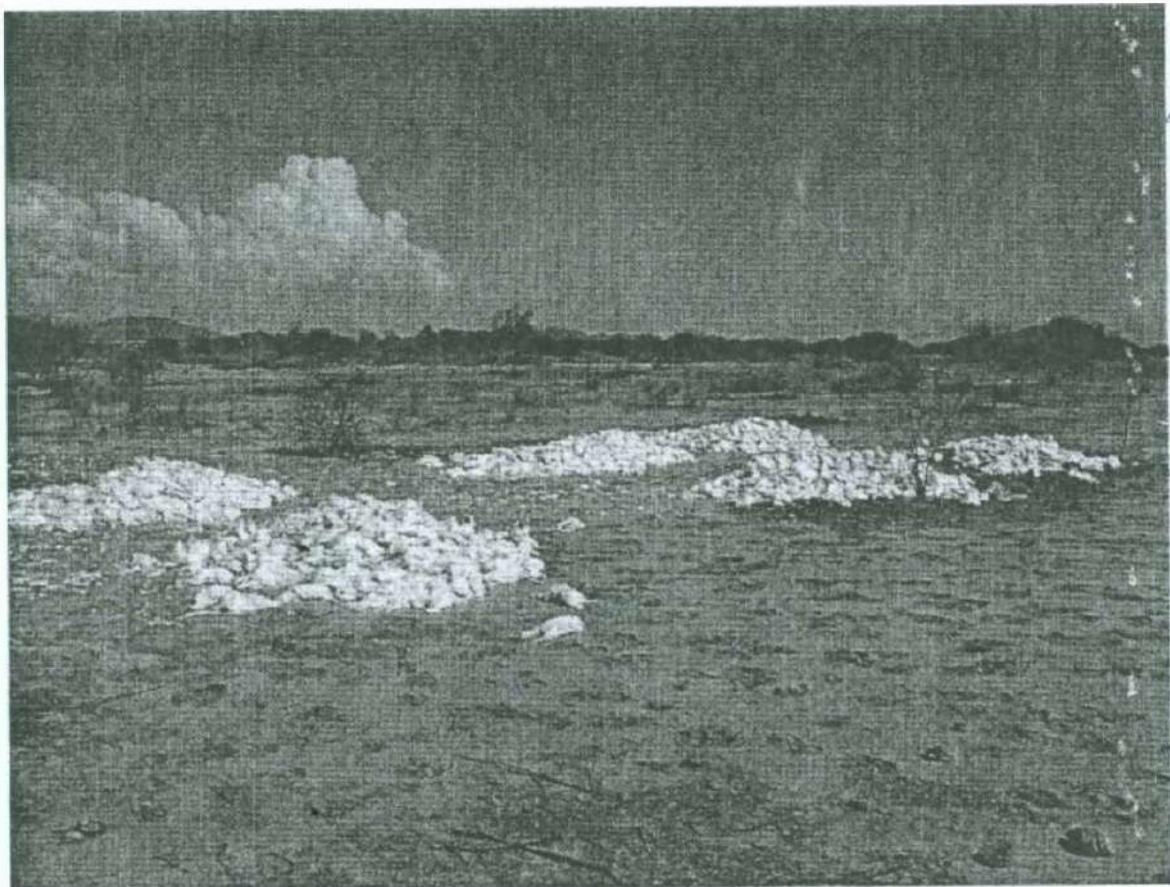


Foto nº 6: Resíduos avícolas.



Foto n° 7: Mortalidad por asfixia.

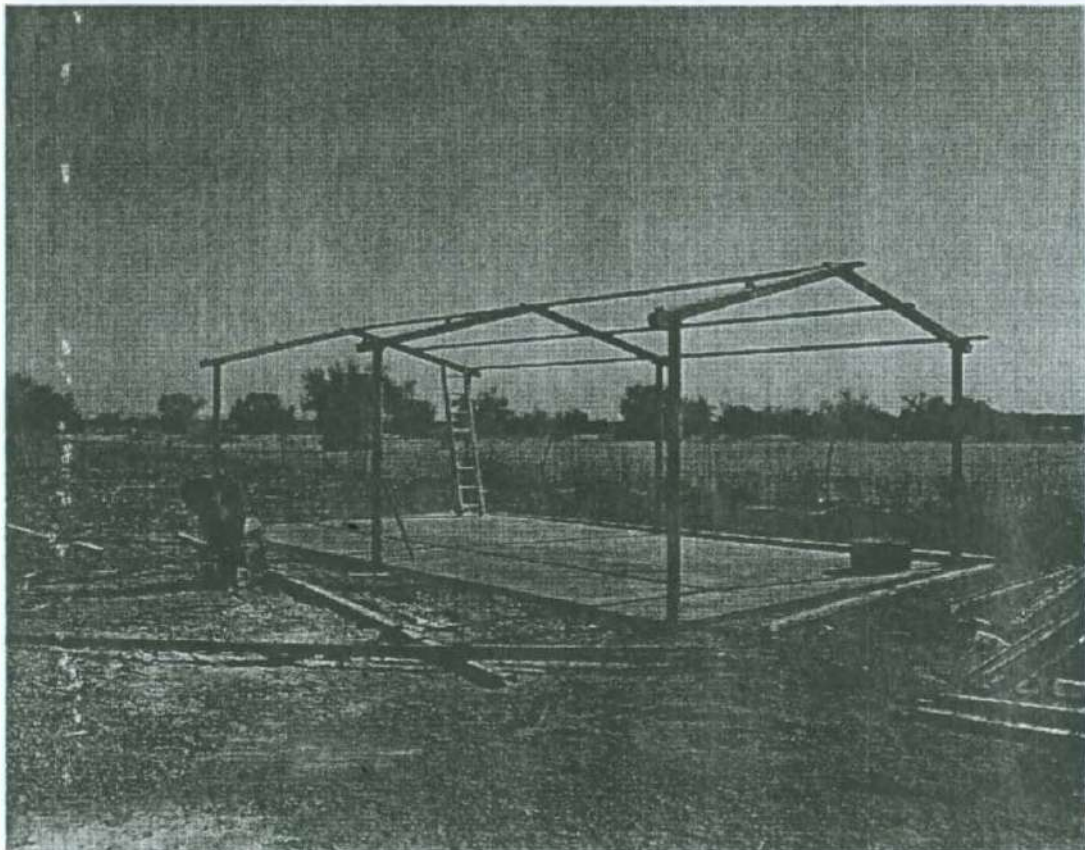


Foto n° 8: Construcción de área de compostaje.



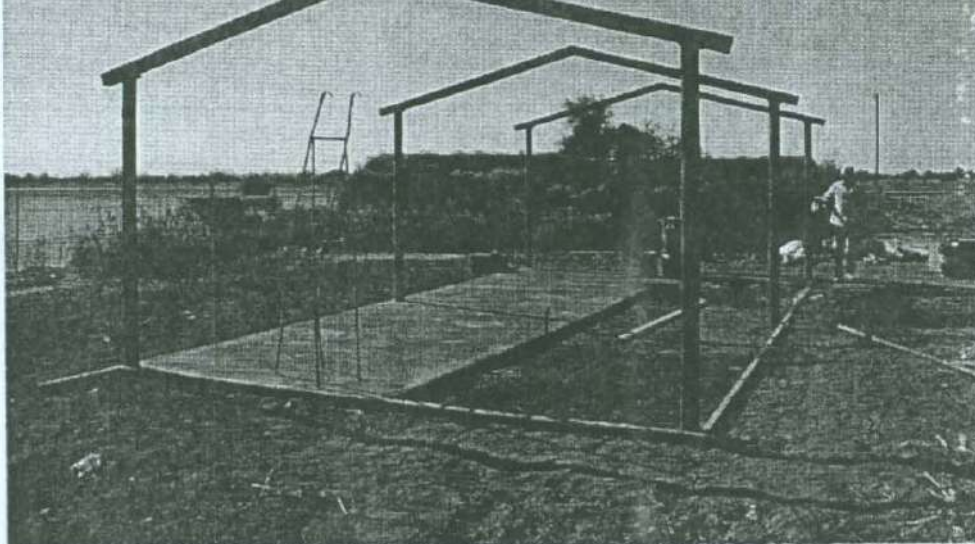


Foto n° 9: Construcción de área de compostaje.

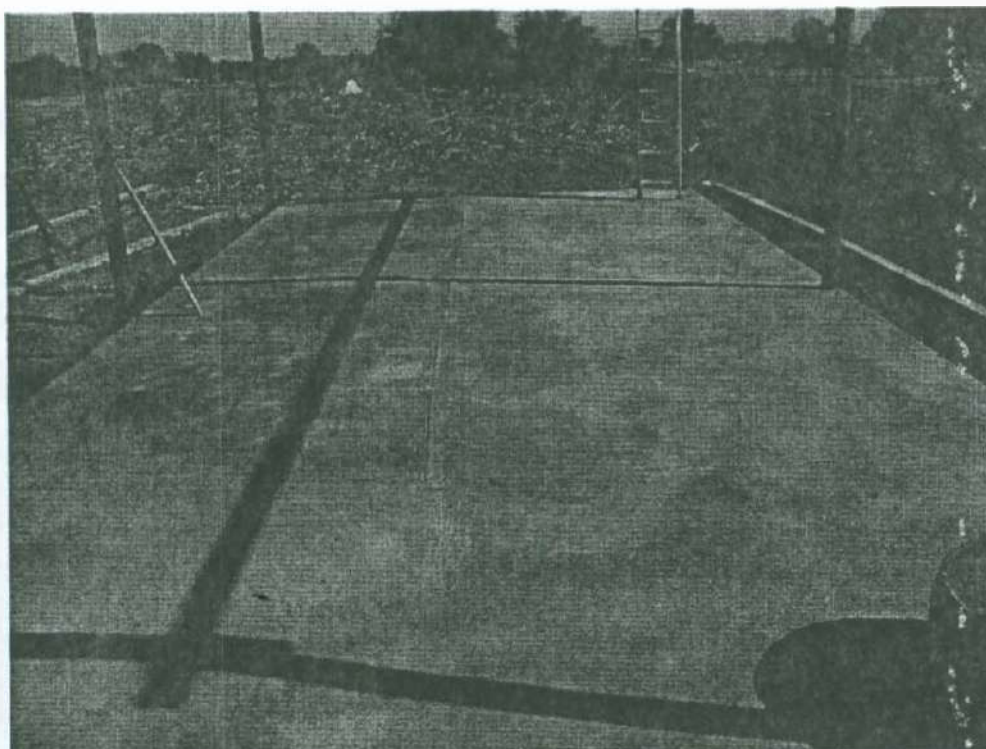


Foto n° 10: Piso de concreto con desnível de 30 %.



Foto nº 11: Cajon para compostar.

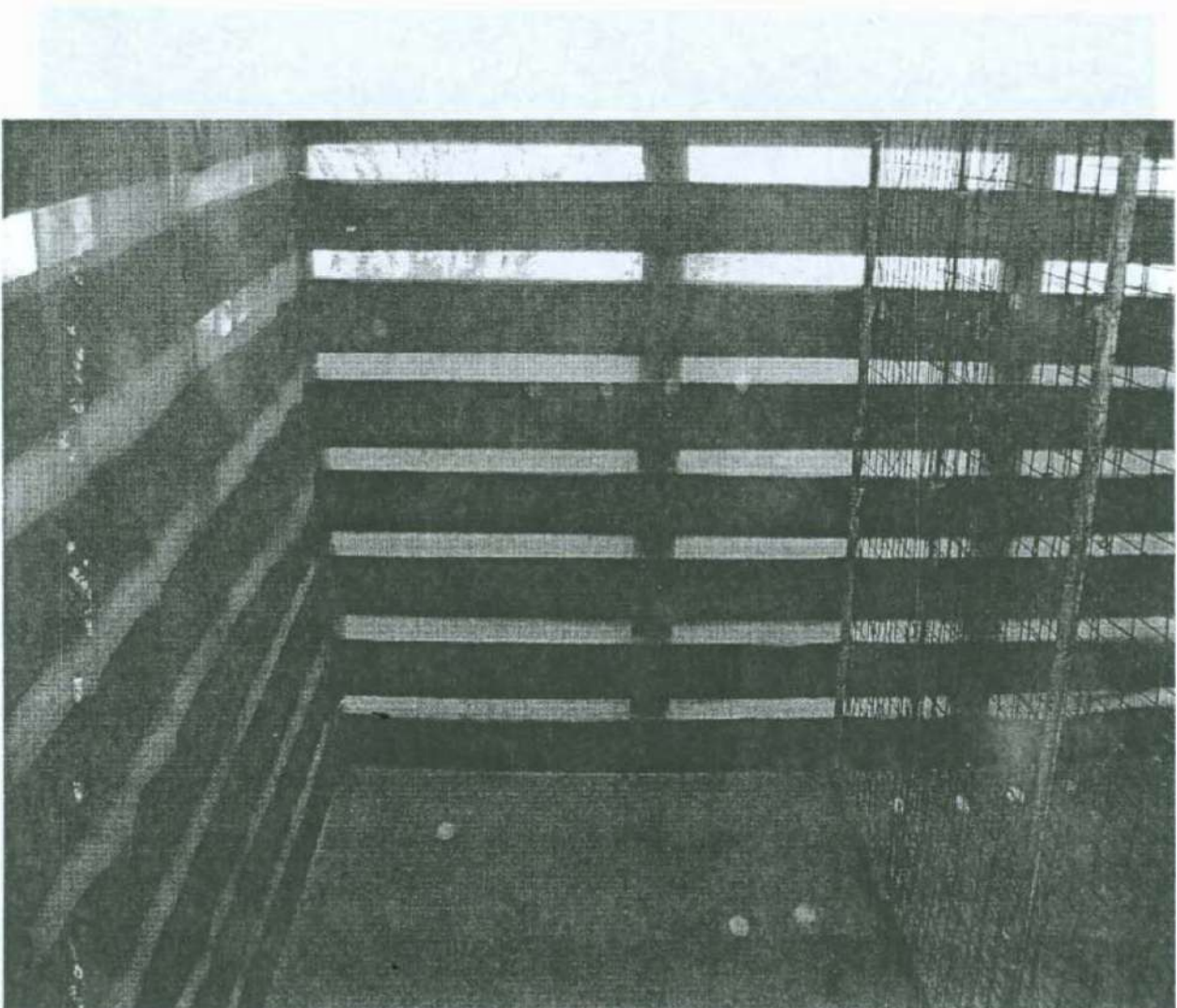


Foto nº 12: Cajon para compostar.



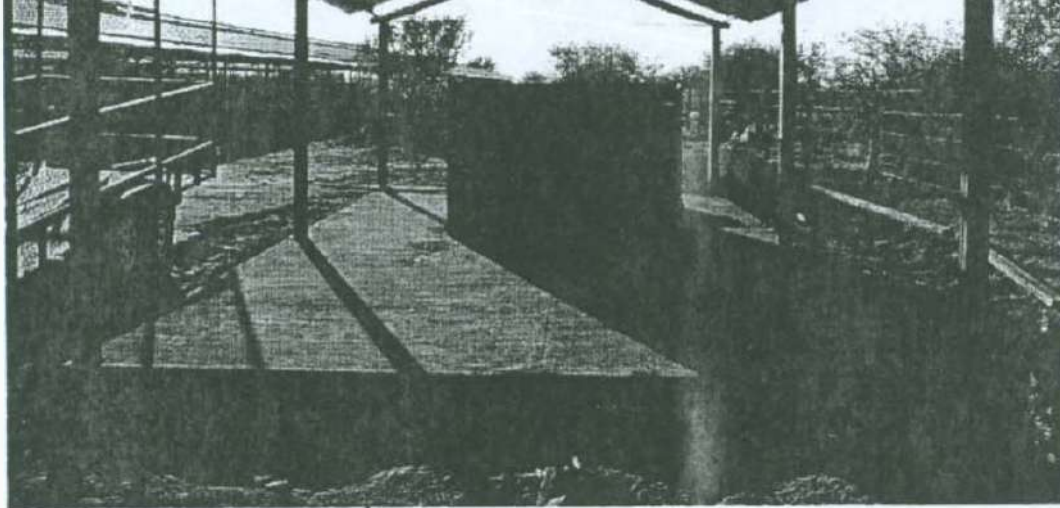


Foto n° 13: Área de compostaje con techo.



Foto n° 14: Mortalidad de aves.

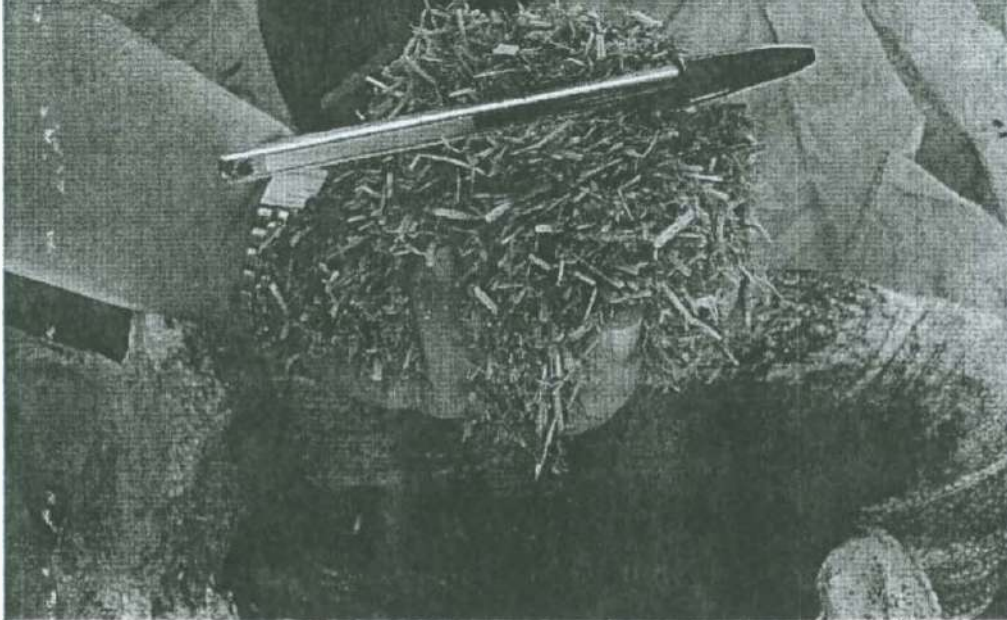


Foto n° 15: Paja de trigo molida.

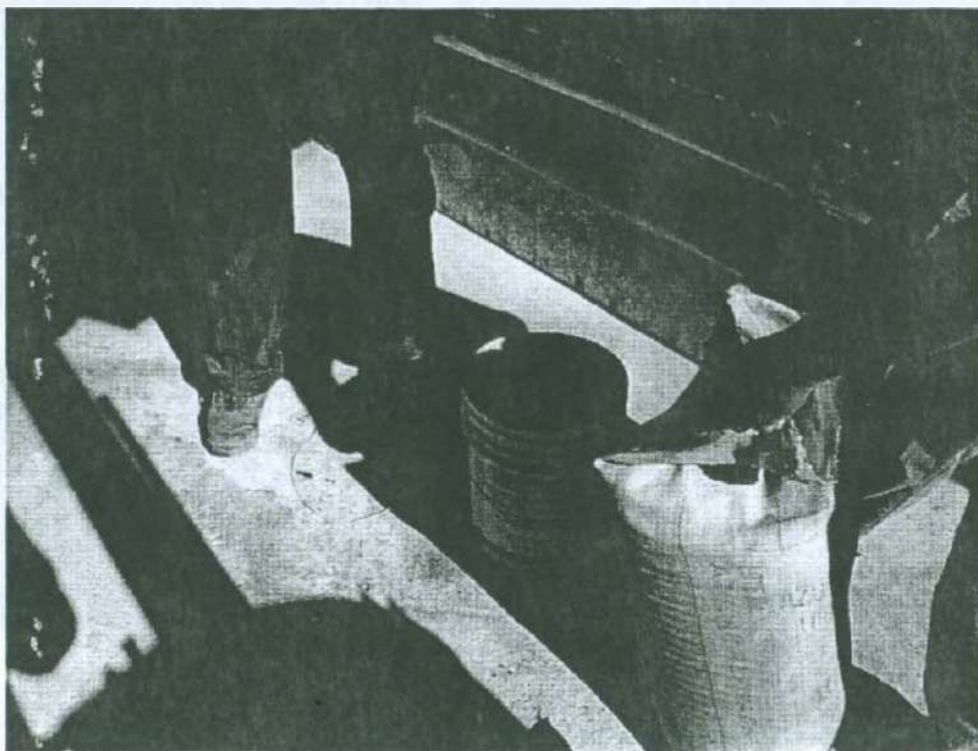


Foto n° 16: Gallinaza molida.





Foto n° 17: Acondicionamiento de las capas de paja.



Foto n° 18: Acondicionamiento de la gallinaza.



Foto n°19: Acondicionamiento de los cadáveres.

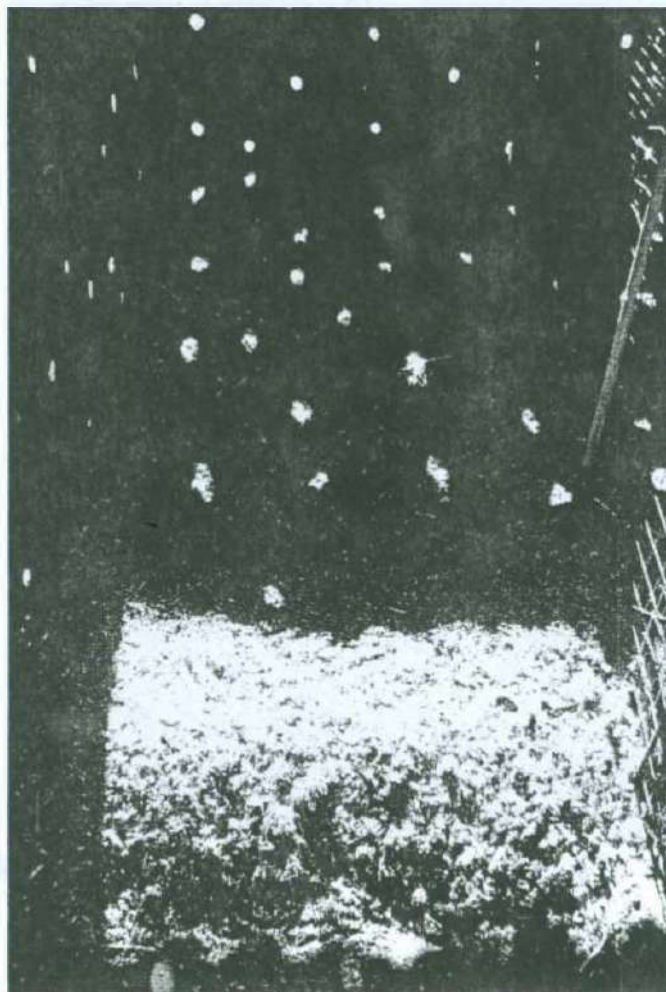


Foto n° 20: Cubierta de paja.



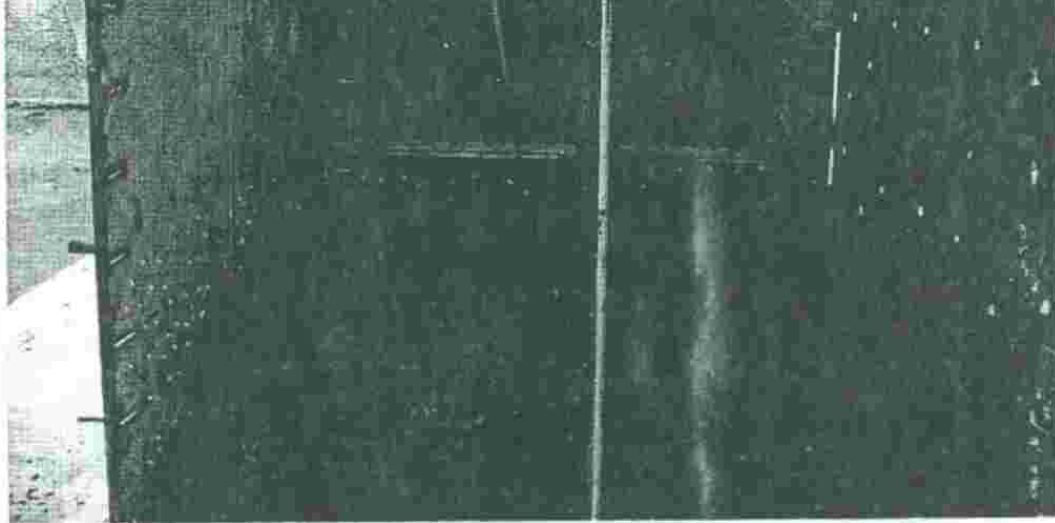


Foto n° 21: Proceso de aireación.



Foto n° 22: Modo de aireación.



Foto n° 23: Proceso de aireación.



Foto n° 24: Composta de 30 días.





Foto n° 25: Proceso de aireación de la composta (volteo)



Foto n° 26: Proceso de aireación de composta (volteo)

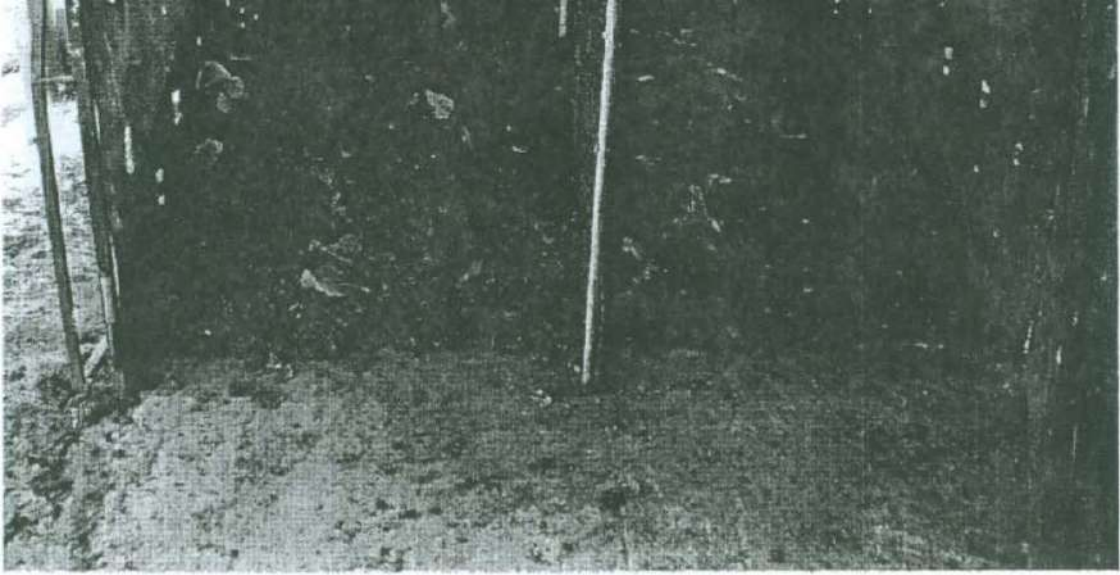


Foto n° 27: Composta de 20 días con cartón.

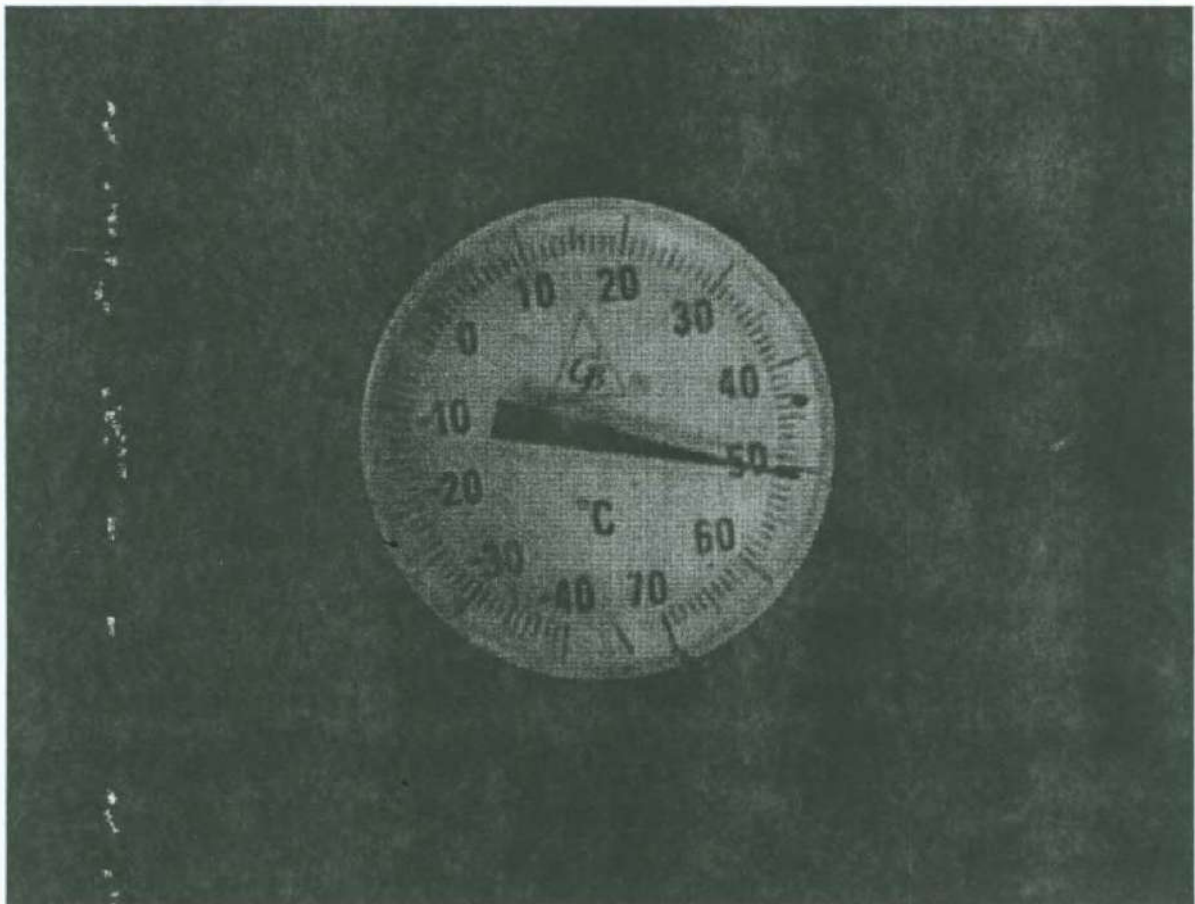


Foto n° 28: Temperatura registrada de 50°C. en composta



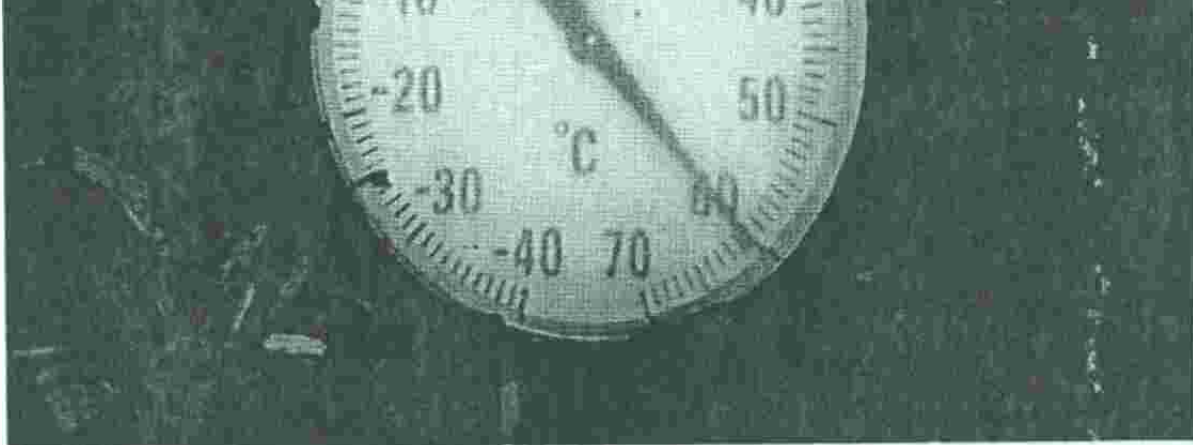


Foto n° 29: Temperatura registrada de 60° C. en composta.

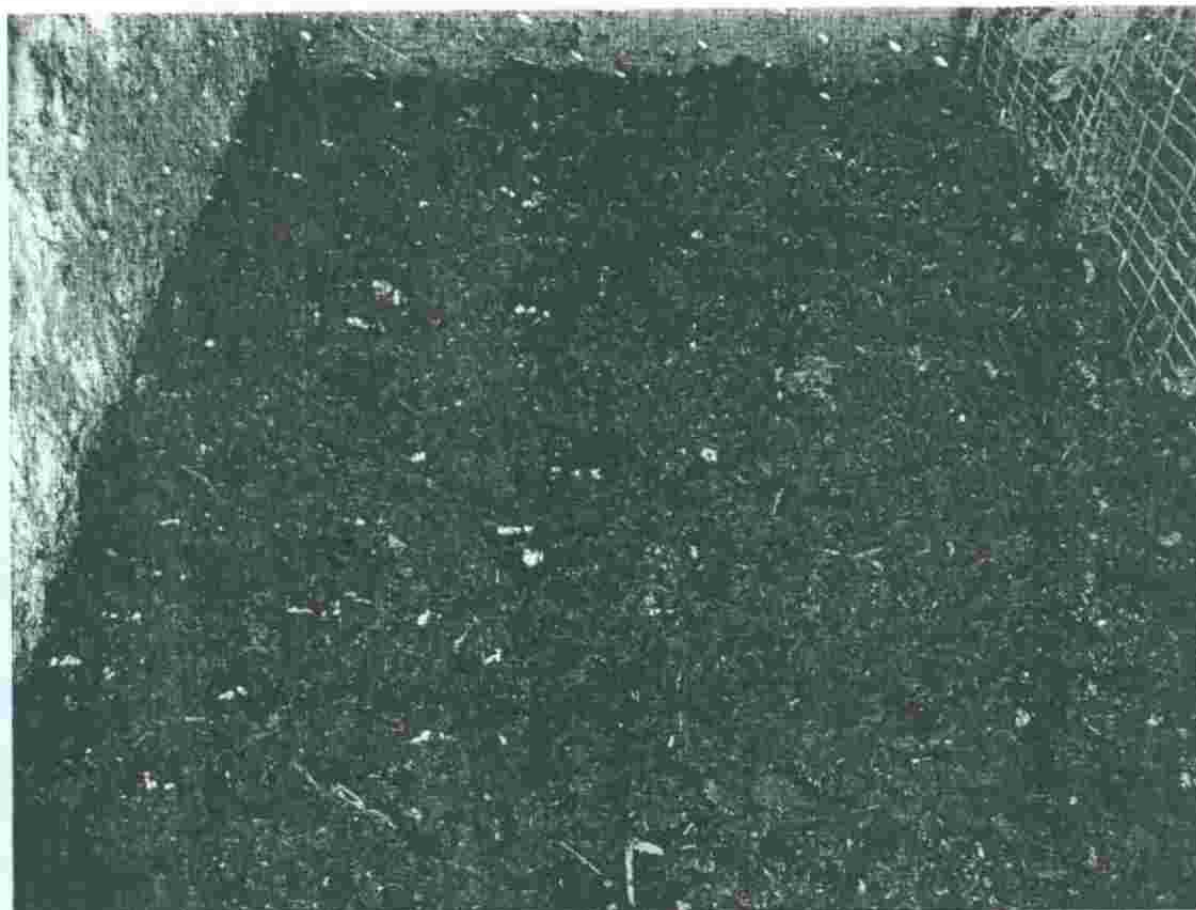


Foto n° 30: Composta de 45 días.



Foto n° 31: Descomposición de tejido muscular y hueso.



Foto n° 32: descomposición de hueso.





Foto n° 33: Composta (criba fina) de 70 dias.



Foto n° 34: Composta (criba fina) de 70 dias.

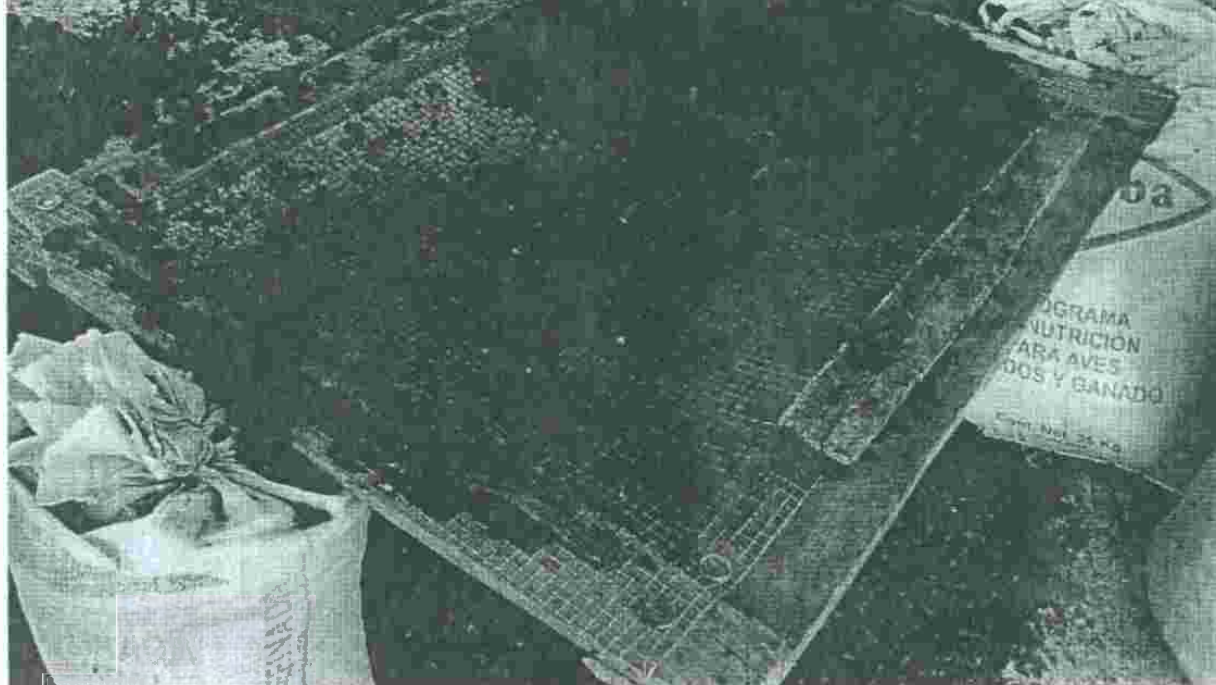


Foto nº 35: Cernido de composta.

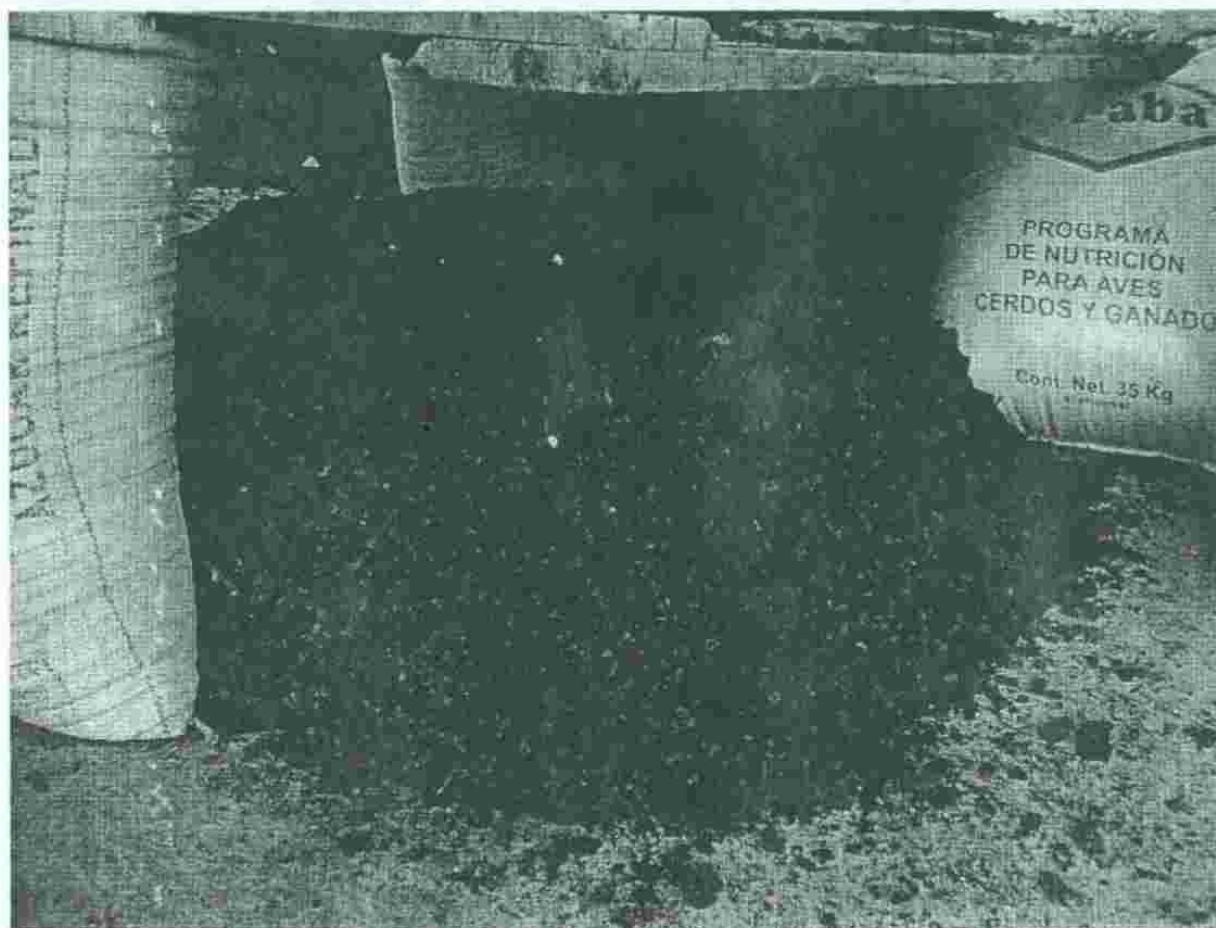


Foto nº 36: Composta Fina.





Foto n° 37: Composta Gruesa.



Foto n° 38: Humus molido final.





Foto n° 39: Humus final.



Foto n° 40: Húmus fino final.





Foto n° 41: Humus almacenado en el cajón.

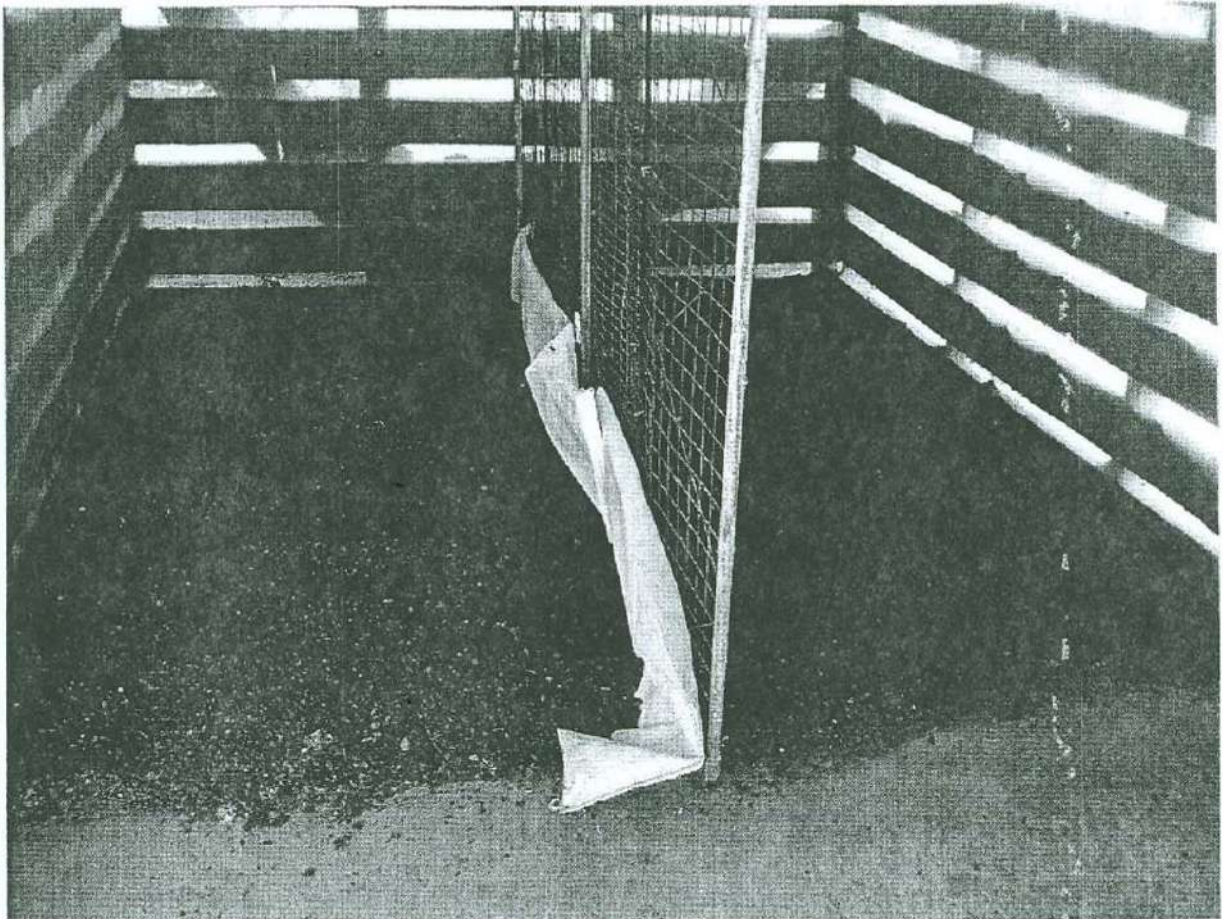


Foto n° 42: Humus fino en cajones.



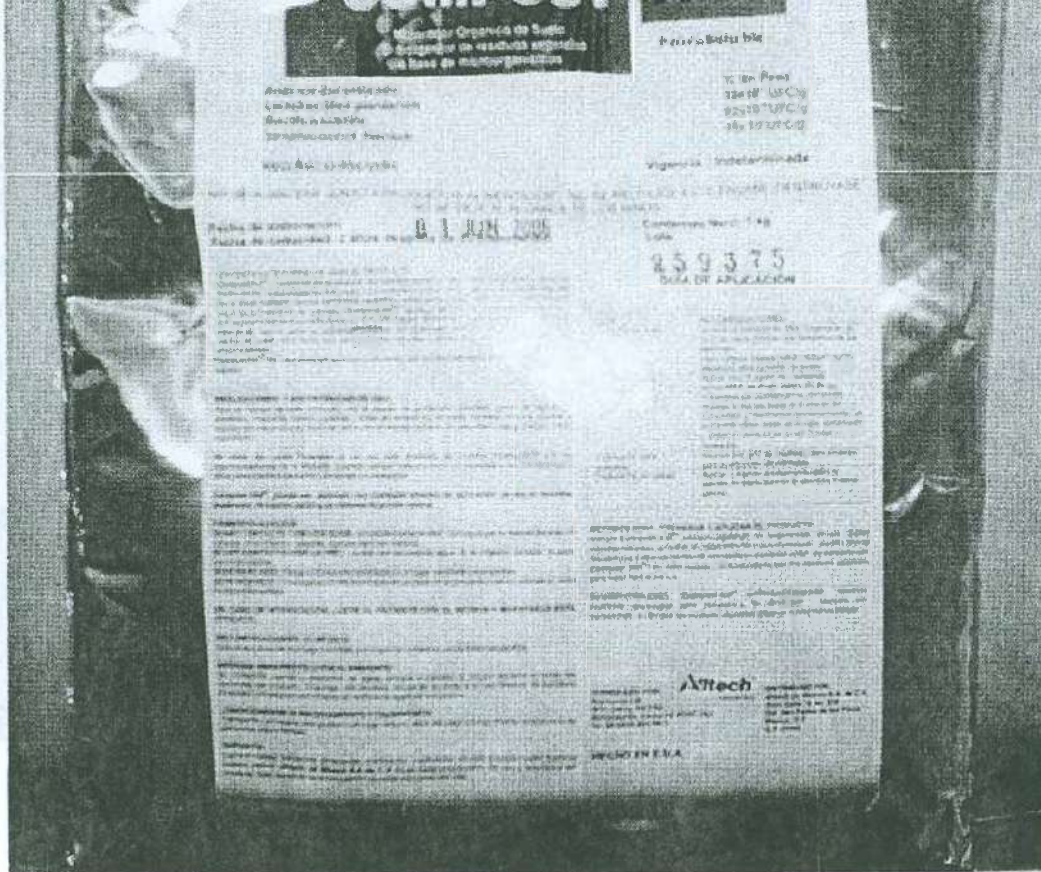


Foto nº 43: CompostAid (bactérias aceleradoras de la descomposición)

