

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA MANEJO DE ESTIERCOL  
EN UNA CUENCA LECHERA (ELECCION DE LA MEJOR OPCION)

T E S I S

Que para obtener el título de

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

p r e s e n t a

ROBERT ROY HOFFMANN ATKINSON

México, D. F.

1975



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**

**Tesis Digitales**

**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA MANEJO DE ESTIERCOL  
EN UNA CUENCA LECHERA (ELECCION DE LA MEJOR OPCION)**

**TESIS PROFESIONAL**

**ROBERT ROY HOFFMANN ATKINSON**

**México, D. F.**

**1975**

**A TI, SILVIA MARIA**

**Vida mía y autora de la mayor satisfacción de mi vida:**

**NUESTRO HIJO**

**A TI, ROBBY**

**Por toda la felicidad que has sabido brindarnos**

**A USTEDES, MIS QUERIDOS PADRES**

**ROBERT ROY HOFFMANN CROWLEY**

**ANNE CATHERINE ATKINSON DE HOFFMANN**

**Por todo lo que con amor y cariño me han dado.**

**A MIS QUERIDOS HERMANOS**

**MARGARET ANNE**

**RUTH VIRGINIA**

**ELIZABETH LOUISE**

**SPENCER ROANE BENEDICT**

**CHRISTOPHER MALCOLM †**

**GENARO**

**A MIS PADRES POLITICOS**

**LUIS CASTAÑOS VALIENTE**

**LUZ MARIA GARZA DE CASTAÑOS**

**A MIS HERMANOS POLITICOS**

**LUIS JAVIER Y CARMENCITA**

**MANUEL ENRIQUE Y ARACELY**

**OCTAVIO HECTOR**



AL

. M.V.Z. GONZALO HECTOR DE LA FUENTE ESCOBAR, Ph. D.

Asesor de este trabajo

Agradezco al Fideicomiso: FONDO DEL PROGRAMA  
DESCENTRALIZACION DE LAS EXPLOTACIONES LECHE  
RAS DEL DISTRITO FEDERAL, el haberme facilitado los medios para la elaboración de este  
trabajo

Y a todas las personas que desinteresadamente  
colaboraron en la realización de esta tesis

# I N D I C E

|                                                       | PAG |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 1. INTRODUCCION.                                      | 1   |
| a) Características del estiércol bovino.              | 2   |
| 2. METODOS PARA EL TRATAMIENTO DE ESTIERCOL.          | 8   |
| 3. MANEJO DE ESTIERCOL EN FORMA LIQUIDA.              | 10  |
| a) Lagunas de fermentación.                           | 10  |
| b) Fosas de oxidación.                                | 16  |
| 4. MANEJO DE ESTIERCOL EN FORMA SOLIDA.               | 25  |
| a) Secado al sol y viento.                            | 28  |
| b) Sistema R.A.M.                                     | 29  |
| c) Deshidratación de estiércol por hornos rotatorios. | 30  |
| d) Método bio-dinámico.                               | 32  |
| e) Método Terex-Cobey.                                | 34  |
| f) Separación de líquidos y sólidos.                  | 40  |
| g) Método Cereco.                                     | 40  |
| 5. UTILIZACION DEL ESTIERCOL COMO ALIMENTO.           | 43  |
| 6. CONCLUSIONES.                                      | 50  |
| 7. BIBLIOGRAFIA.                                      | 52  |

## INTRODUCCION.

Tradicionalmente el estiércol de los animales domésticos era utilizado, en la mayoría de los casos como un fertilizante, sin embargo con el incremento de la población humana, se incrementó el requerimiento de alimento pero no la superficie cultivable, de tal manera que fue necesario el uso de fertilizantes a base de fósforo, nitratos y amoníaco, esta utilización a gran escala permitió que los costos de fertilización llegasen a ser inferiores al costo de manejo y dispersión del estiércol ya que los elementos básicos aprovechables en el estiércol son realmente reducidos. (15) Debido a ello el costo de alimentación humana se redujo y al mismo tiempo su dieta a base de proteína animal se incrementó y la dieta a base de cereales disminuyó. (15) En los Estados Unidos el consumo de huevos, pollo y carnes rojas se incrementó de 175 libras per capita en 1910, a 250 libras per capita en el año 1970 y el consumo de harinas bajó de 300 a 130 libras en el mismo periodo. (15) Ello motivó un cambio en la industria animal al aumentar la demanda por productos animales, así animales que tradicionalmente eran alimentados en pastizales y agostaderos, fueron confinados con el fin de reducir los costos de operación y aumentar la eficiencia en la conversión alimenticia; hacia 1968 más del 67% del ganado de abasto de los Estados Unidos provenía de corrales de engorda. Debido a esto, el alimento antes producido en la granja resultó ser insuficiente, viéndose en la necesidad de trasladarlo de grandes distancias a los centros consumidores; pero el estiércol era depositado localmente, ocasionando que dejara de ser un fertilizante valioso, debido a ello los métodos de almacenaje y manejo del mismo se descuidó, esto provocó grandes problemas de contaminación, olores, moscas, polvo, etc., problemas que deberán ser resueltos sin que esto sig-

nifique una erogación costosa. (Djerassi et al 1973)

El manejo de estiércol es uno de los problemas que más afecta a una explotación pecuaria, sobre todo si ésta es de tipo intensivo (situación que se presenta cada vez más en México), es necesario tomar en consideración los puntos que intervienen en el manejo de estiércol como son recolección, transporte, almacenamiento, procesamiento y determinación de su destino final, éstos, deberán, necesariamente formar parte de los programas de planeación, construcción y producción de cualquier empresa pecuaria.

Este trabajo pretende dar a conocer alguna de las variables existentes dentro de los métodos de manejo de estiércol.

#### CARACTERISTICAS DEL ESTIERCOL BOVINO. 1/

Para poder evaluar las diversas alternativas para el manejo de estiércol es necesario conocer sus propiedades; un animal de 450 kg de peso corporal producirá aproximadamente 37.5 kg de heces y orina, equivalente al 8.4% de su peso corporal, de esta cantidad aproximadamente el 84% es humedad y el 16% restante son sales minerales y materia orgánica. (15, 28)

---

1/ Bovinos de raza lechera.

## CUADRO 1

COMPOSICION APROXIMADA DEL ESTIERCOL PRODUCIDO POR UNA VACA  
DE 450 KG DE PESO CORPORAL Y ALIMENTADA CON UNA DIETA BALAN  
CEADA ADECUADAMENTE. (28)

## SALES MINERALES

|                  |               |       |                 |         |
|------------------|---------------|-------|-----------------|---------|
| a) Nitrógeno     | 0.59%         | 2.50% | 0.22 kg         | 0.94 kg |
| b) Fósforo       | 0.19%         |       | 0.07 kg         |         |
| c) Potasio       | 0.53%         |       | 0.20 kg         |         |
| d) Otros         | 1.20%         |       | 0.45 kg         |         |
| MATERIA ORGANICA | 13.57%        |       | 5.09 kg         |         |
| HUMEDAD          | <u>83.93%</u> |       | <u>31.47 kg</u> |         |
| T O T A L        | 100.00%       |       | 37.50 kg        |         |

La relación heces-orina es de 70%-30% respectivamente y su densidad promedio es de 945 kg por metro cúbico. (15, 28)

Dale y Day (1967) y Ridker (1972), determinaron que se producían 2.5 a 2.6 libras de estiércol por cada libra de leche. (15)

La distribución de la materia seca, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en las heces y orina según Salter y Schollenberger (1939) es como sigue: (15)

Calcio 98.9% en heces 1.1% en orina  
Potasio 29.8% en heces 70.2% en orina  
Fósforo 97.3% en heces 2.6% en orina  
Nitrógeno 47.6% en heces 52.4% en orina  
Materia seca 87.5 % en heces, 12.5% en orina.

Por lo que respecta a sus propiedades orgánica, se ha observado que 1/4 a 1/3 de la materia fecal orgánica está formada por microorganismos. (29)

En el rúmen se lleva a cabo una fermentación que contribuye al desdoblamiento de la celulosa debido a la relación simbiótica que existe entre microorganismo y huésped, que se realiza a una temperatura constante de 39°C y en un medio anaerobio; las fibrillas de celulosa, insolubles en agua, son desdobladas por las enzimas producidas por los protozoarios ciliados y algunas bacterias anaerobias, que además originan carbohidratos solubles que a su vez son convertidos en ácidos orgánicos utilizados como energéticos, el medio anaerobio favorece la fermentación de azúcares dando como resultado ácidos volátiles y  $\text{CO}_2$ , la fermentación bacteriana se realiza por bacterias tales como Bacteroides anylogenes y Bacteroides succinogenes, además se libera hidrógeno que es utilizado por las bacterias Metanobacterium ruminatum, que convierten el bióxido de carbono en metano (29). Se producen de 40 a 60 litros de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  por día en un rúmen de aproximadamente 100 litros de capacidad. Estas conversiones metabólicas de compuestos oxidados y compuestos orgánicos reducidos ocurren entre los compuestos carbonados las sulfoaminoácidos y sus derivados y los compuestos nitrogenados con la conversión de nitratos de las plantas a amoníaco y luego a aminoácidos y proteínas en los microorganismos. (29)

La conversión nitrato-nitrógeno o inclusive urea nitrógeno suplementario, a amoníaco y proteínas es muy importante para el rumiante.

Por ejemplo, cuando se alimenta ganado con alfalfa con 90% de materia orgánica tiene solamente 10% de proteína digestible. La deficiencia en nitrógeno proteico es disminuida por los microorganismos, y cuya disponibilidad se logra en omaso y abomaso. Las vitaminas, purinas, pirimidinas e inclusive los compuestos orgánicos fosforados tales como los ácidos nucleicos, son proporcionados por los microorganismos. (24, 29)

El resultado neto de la digestión ruminal combinada con la acción metabólica de los microorganismos es degradar las fibras celulósicas para que la cantidad de materia insoluble del alimento se encuentre reducida en las heces.

Aunque los microorganismos del contenido intestinal de los rumiantes no han sido totalmente estudiados, algunos han sido seleccionados como indicadores de contaminación fecal. Estos son: a) bacterias coliformes fecales; b) Streptococos fecales. El número total de coliformes no ha sido especificado. El desarrollo de pruebas a temperaturas elevadas para determinar Escherichia Coli fecal en medio para E.C. a 45°C ha sido estudiado por Geldreich, EE. 1/ El número y significancia de Streptococos fecales ha sido estudiado como posible indicador de contaminación fecal, así como el número de Coliformes fecales y Streptococos fecales. Para tratar de diferenciar la contaminación en las vías naturales de agua por heces animales y por heces humanas.

Se ha observado una diferencia entre los Streptococos fecales de rumiantes y no rumiantes. El término "Streptococo fecal", es muy general e incluye a todos los enterococos descritos en el manual Bergey de Bacteriología, que incluye Streptococcus faecalis, S. faecalis liquefaciens, S. faecalis zymogenes y Streptococcus durans, así como también Streptococcus bovis, S. equinus, S. salivarius, S. mitis. Estos dos últimos originados en la saliva ani

---

1/ Tomado de: Sanitary Significance of Fecal Coliforms in The Environment. U.S. Dept. Interior, Federal Water Pollution Control Admin. Water Pollut. Cont. Res. Ser. WP-20-3 U.S. Gov. Print OFF. Washington, D.C. 1966.



mal han sido incluidos por haberse aislado en escretas de bovinos, ovinos y caprinos. (24, 29)

Las propiedades de estos Streptococos han sido estudiadas por Deibel, R. H.; ya que debido a la importancia que tienen las bacterias que degradan almidones en el rúmen, el número de streptococos que hidrolizan almidones se ha reportado de 1 a 20 millones por ml. de fluido ruminal (24, 29)

Los Streptococcus bovis han sido encontrados en heces de bovinos, ovinos y porcinos. La presencia de S. bovis en heces de rumiantes pero no en heces de otro animales y el hombre, pueden servir como indicadores de la presencia de heces de rumiantes en agua y tierra.

Witzel, S.A., et al, ha realizado estudio sobre estiércol bovino, encontrando que el principal elemento en las células bacterianas era nitrógeno. El total de bacterias encontradas por conteo microscópico variaron de 250 a 2,000 millones de células por gramo húmedo de heces, pero el conteo en placa aerobia sólo mostró de 22 a 43 millones de células por gramo, por ende sólo de 2 a 9% del total de las células se desarrollaron en placas aerobias, el resto o no pudieron desarrollarse o no fueron viables con los métodos empleados. El conteo de coliformes en placas de agar eosina-azul de metileno variaron de 340,000 a 560,000 células por gramo y más del 95% de estas fueron Escherichia coli. El conteo de enterococos en Agar M-enterococcus fue de 3.5 a 17 millones por gramo. El pH de 5.5 -6.4 presente en las heces en probablemente el resultado de la formación de ácidos orgánicos por las bacterias.

La comparación biológica de las heces animales varían de acuerdo con el alimento, ya sea el animal rumiante o no. Así mismo, los microorganismos que intervienen son característicos del aparato digestivo de las diferentes especies. El estudiar los sistemas de alimentación y manejo de desperdicios redundará en una mejor operación.

### MÉTODOS PARA EL TRATAMIENTO DE ESTIERCOL

Los grupos en que tradicionalmente se incurre para el tratamiento de estiércol son:

- a) Manejo de estiércol en forma líquida con humedad de 85 - 97% sin contener paja u otros materiales comúnmente utilizados como cama para el ganado.
- b) Manejo de estiércol en forma sólida con humedad de 70 a 80% y en las mismas condiciones que las mencionadas en el inciso anterior.

El estiércol con cama puede tener un contenido alto en humedad (90%), aún así puede ser manejado como estiércol sólido.

En el estiércol encontramos varios rangos de humedad y que se enlistan en el Cuadro 2.

#### CUADRO 2

##### CONSISTENCIA DEL ESTIERCOL DE ACUERDO A SU CONTENIDO DE HUMEDAD (26)

75 a 80% de humedad, es una masa compacta con algo de evaporación.

80 a 85% de humedad, consistencia semilíquida parecida al cieno.

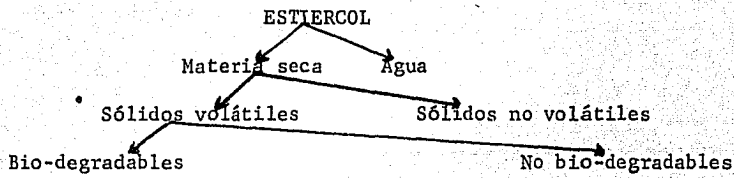
85 a 90% de humedad, consistencia líquida.

90 a 97% de humedad, consistencia ideal para irrigación.

A continuación se enlistan los componentes de excreta animal, tal y como deben tomarse en cuenta para los tratamientos biológicos.

## CUADRO 3.

## COMPONENTES DE LA ESCRETA ANIMAL ( 24, 29 ).



## MANEJO DE ESTIERCOL EN FORMA LIQUIDA:

### A) LAGUNAS DE FERMENTACION

Este inciso abarca fundamentalmente dos tipos de fermentación:

I) Aerobia

II) Anaerobia

Los microorganismos heterotrópicos responsables del proceso, necesitan materia orgánica como alimento para crecer, ya sean aerobias o anaerobias. Las bacterias aerobias requieren oxígeno para su metabolismo, utilizando éste como un receptor de hidrógeno, así como las bacterias anaerobias utilizan otros receptores de hidrógeno como son los sulfatos y el bióxido de carbono. Por lo que respecta a las bacterias facultativas, éstas pueden realizar su metabolismo aerobia o anaerobiamente.

Sea cual fuere el tipo de bacterias presente deberán tener a su disposi--ción carbono, nitrógeno y minerales traza para su metabolismo, así como - un pH y temperaturas satisfactorias (24).

### TRATAMIENTO AEROBIO :

Este tiene dos fases que ocurren simultáneamente. La primera es una oxidación biológica que tiene como producto final  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  con liberación de energía. La segunda fase utiliza la energía proveniente de la oxidación para la síntesis de células microbianas nuevas.

Microorganismos + Materia orgánica +  $\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{nuevos}$   
microorganismos.

El oxígeno se deberá suministrar continuamente y su volumen se dará de acuerdo a la demanda de oxígeno bioquímico 1/ (24,29).

Hay dos tipos de lagunas aerobias: estanque de oxidación, donde la oxigenación se realiza en forma natural, y el estanque oreado, donde la oxigenación se realiza por medios mecánicos. Ambos procesarán el estiércol sin que exista la producción de olores fétidos, ni gases dañinos, ya que existe el oxígeno suficiente para mantener la aerobiosis ( $1-2 \text{ mg O}_2 \times \text{LT}$ ) (24).

Fundamentalmente la reacción presente en este tipo de lagunas es que la - porción bio-degradable de los desperdicios orgánicos se degradan hasta la forma más simple cuando el cieno formado por la descomposición se mineraliza a tal grado que evita la producción de olores, es decir, el estiércol tratado ha sido completamente oxidado lo que permite la estabilización - del mismo marcando así la finalización del proceso.

Para que el ciclo microbiano no disminuya y así poder asegurar el tratamiento del estiércol de una explotación pecuaria, es necesaria la adición constante de estiércol y  $\text{O}_2$  en la proporción antes mencionada y que podrá ser suministrado por medio de aereadores mecánicos de funcionamiento

---

1/ Es la cantidad de oxígeno libre utilizado por los microorganismos aerobios cuando a éstos se les permite atacar al material orgánico en un medio aerobio a una temperatura específica ( $20^\circ\text{C}$ ) y por un tiempo específico (5 días), y se expresa en miligramos de oxígeno utilizados por kilogramo de sólidos presente ( $\text{mg} / \text{kg} = \text{ppm}$ ).

continuo, lo que contribuirá también a mantener los sólidos en suspensión.

#### TRATAMIENTO ANAEROBIO.

La descomposición biológica que se realiza en una laguna anaerobia, licua aún más el estiércol aunque no siempre tienen el éxito deseado, ya que muchas veces emiten olores desagradables, se saturan de cieno y no llegan a degradar completamente el estiércol, lo que contribuye a contaminar las aguas corrientes o mantos acuíferos (19, 27).

Para que la población de bacterias anaerobias presentes en una laguna anaerobia puedan degradar el estiércol en forma adecuada, es necesario contar con 2.80 m<sup>3</sup> de agua por cada 45 kgs. de peso vivo animal de una granja, - en donde se desee utilizar este tipo de laguna.

#### ASPECTOS IMPORTANTES QUE SE DEBERÁN TOMAR EN CUENTA AL ESTABLECER UNA LAGUNA, YA SEA AEROBIA O ANAEROBIA.

Se deberá ubicar lejos de la casa habitación (mínimo 100 metros) y orientarla de tal manera que los vientos dominantes eliminen el olor acarreándolo en sentido opuesto al área habitacional de la región; así mismo, es necesario que se encuentre cerca del área de acumulación de desperdicios; que el terreno sea impermeable, ya que en terrenos aerónoso o de tierras mixtas (arena, aluvión y arcilla) existe la posibilidad de contaminar los mantos acuíferos, en el caso de que exista un pozo en la granja, la laguna deberá estar cuando menos a 45 mts. de distancia y en caso de que el pozo se encuentre en una pendiente, la parte más alta de la laguna deberá estar por debajo del límite inferior del pozo (27,30). Deberá tener de preferencia forma cuadrada, máximo 15.50 m. por lado, con el objeto de -

de permitir un buen dragado o bombeo para la remoción de cieno acumulado, además, deberá contar con un banco de arena circundante de .60 a .90 m. - por encima del nivel más alto de la laguna, dicho banco se deberá cercar para impedir el acceso a niños y animales, advirtiendo mediante un letrero del peligro existente (2,19,27).

El llenado de la laguna podrá ser mediante canales abiertos provenientes del área de recepción.

#### MANEJO DE LA LAGUNA

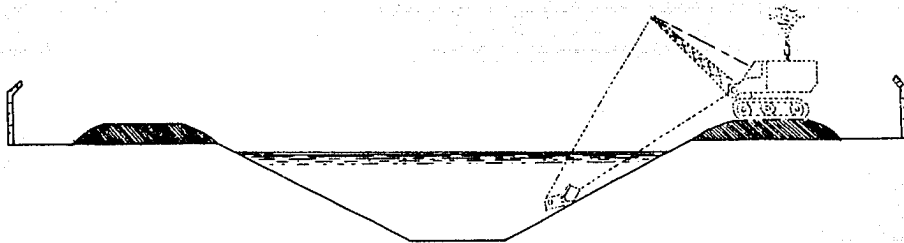
Una laguna al ser utilizada por primera vez, deberá ser llenada con agua a razón de  $31.2 \text{ m}^3$  por cabeza de ganado bovino de 500 kg. de peso vivo (2) el estiércol se deberá añadir paulatinamente con el fin de lograr una aclimatación bacteriana adecuada. Esto se acentúa si el proceso se inicia durante el verano.

La adición diaria de estiércol así como el mantener constante el volumen de agua permitirá un mejor funcionamiento de la laguna. Se deberá evitar la adición de material empleado como cama (paja, heno, etc.) ya que su descomposición es muy lenta y aumenta la acumulación del cieno, no se debe - adicionar grandes volúmenes (producción de varios días) ya que ocasiona--ría un mal funcionamiento de la laguna.

El cieno acumulado puede ser sacado por medio de un dragado anual y aplicarse al área de cultivo.

En el caso del efluente de una laguna anaerobia, éste podrá continuar su





**FIGURA I CORTE LONGITUDINAL DE UNA LAGUNA TIPICA (5)**

tratamiento por medio de lirios acuáticos. El tratamiento anaerobio, por sí sólo, no elimina suficientes nutrientes, nitrógeno y fósforo, para poder descargar todo el sobrenadante a las vías naturales de agua. Se ha visto que para lograr lo anterior es necesario cultivar algún tipo de planta que absorba ese exceso de nutrientes, nitrógeno y fósforo; se han estudiado diversos tipos de algas y plantas, llegando a la conclusión de que el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es el más adecuado; ya que su reproducción y crecimiento son relativamente fáciles, además de que su raíz no se implanta en el fondo de la laguna sino que flota libremente, lo cual permite que se coseche fácilmente (30).

#### DESCRIPCION BREVE DEL LIRIO ACUATICO (*Eichhornia crassipes*)

Considerado como verdaderas plagas en muchas naciones tropicales ya que causa problemas con la navegación, circulación de agua, bombeo de agua, y vida marina. Su uso es muy limitado, en India se utiliza como alimento para cerdos (Hora 1951), en Bengal se fermenta y se usa como fertilizante (Dymond, 1950).

Es un vegetal con hojas verde brillante, flor lila pálido con una mancha amarilla en el centro, se multiplica vegetativamente y muy rápido, cuando las condiciones ecológicas son adecuadas. En estudios realizados se han visto que 3 plantas en 23 días produjeron 30 plantas nuevas y que en 4 meses se produjeron 1,200. La planta tiene un índice de evaporación-transpiración mayor que la evaporación realizada en un estanque de agua libre (Holmstal 1969).

Existe un problema en cuanto al beneficio que se puede obtener del lirio acuático, ya que una vez cosechado su descomposición es rápida y su manejo difícil. El porcentaje de M.S. de plantas recién cosechadas es de 5.0% y sus características químicas son como siguen (Boyd, C.E. 1969).

CUADRO 4  
COMPOSICION DEL LIRIO ACUATICO (*Eichhornia crassipies*)

| CONSTITUYENTE  | % de la materia seca (M.S.) |
|----------------|-----------------------------|
| Proteína cruda | 18.0                        |
| Celulosa       | 28.0                        |
| Cenizas        | 18.0                        |
| Nitrógeno      | 2.5                         |
| Fósforo        | 0.42                        |
| Azufre         | 0.36                        |
| Calcio         | 1.0                         |
| Magnesio       | 1.2                         |
| Potasio        | 4.5                         |

En base a estudios realizados se ve que es factible el uso de lirios para tratar efluente en Lagunas aerobias, el efluente resultante es incoloro y su contenido en nutrientes, nitrógeno y fósforo es suficientemente bajo - para ser descargado a vías naturales (ríos, riachuelos, etc.). Se puede aplicar un volumen mayor y en forma más intensiva sin correr riesgos de contaminación. El atractivo de emplear este sistema depende de la planeación de la cosecha ya que se ha llegado a utilizar como alimento para ganado aunque sólo en pequeña escala (30).

#### B) FOSAS DE OXIDACION

Se componen de dos partes fundamentales que son: un canal continuo abier

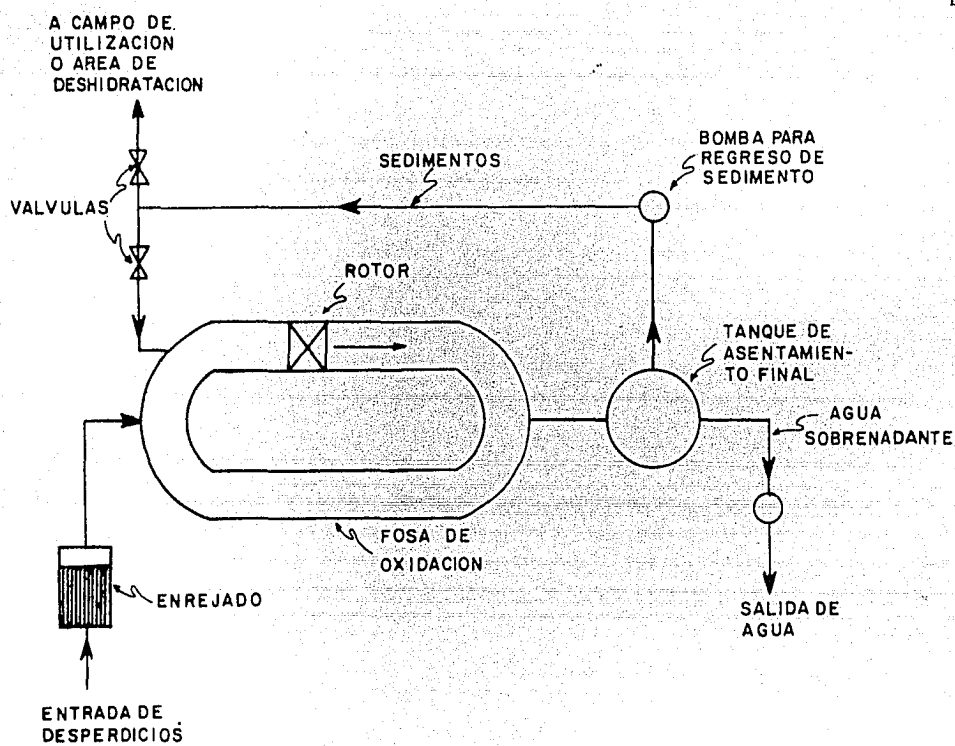
to en forma de óvalo y un rotor de aereación que suministra el  $O_2$  a la vez que hace circular la mezcla a una velocidad mínima de 18.28 m/minuto para evitar sedimentación (24) (ver figura 2).

Normalmente no existe un tanque de asentamiento primario, en la entrada de la fosa tiene un enrejado que detiene los grumos grandes de estiércol, -- así como paja grande, alambres, etc., para evitar daños al rotor y que el sistema opere eficientemente. El desperdicio deberá estar flocculado para que los sólidos y el sobrenadante puedan ser separados cuando los desperdicios no estén en movimiento, después de la fosa de oxidación deberá existir un tanque de sedimentación que permita que el efluente clarificado sea separado, clorinado y se pueda descargar en un canal o vía natural de -- agua.

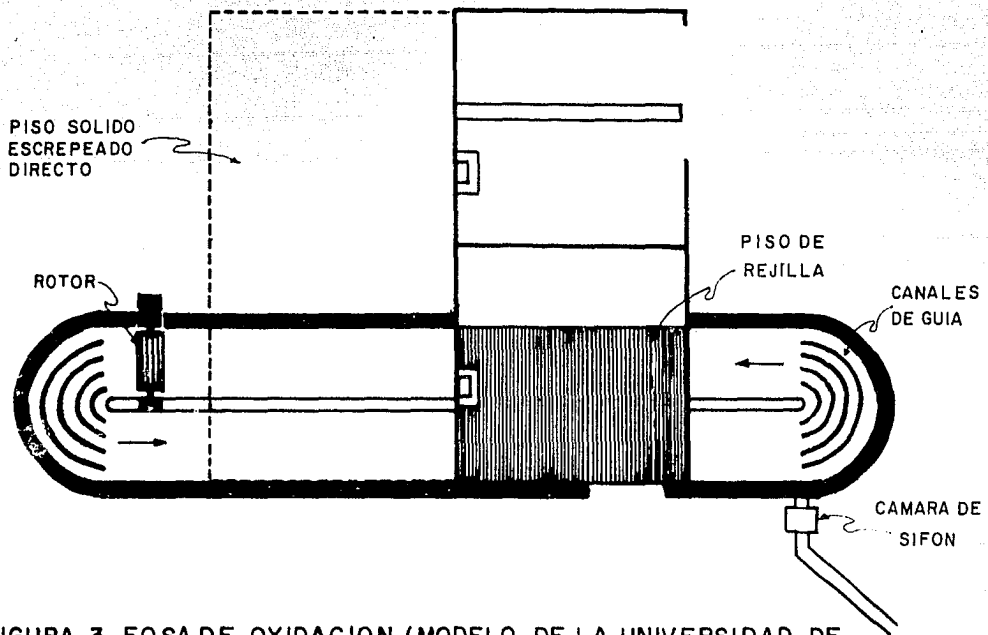
Se tomará en cuenta que la acumulación de cieno deberá ser eliminada casi en su totalidad ya que es necesario dejar un remanente para la nueva incorporación de material orgánico. Los sólidos que forman el cieno son en un 25-50% células bacterianas y el resto: minerales, celulosa, paja, arena, etc. La remoción periódica del cieno mantendrá activo el metabolismo bacteriano.

Cuando la fosa de oxidación se encuentra abajo de los alojamientos, se deberá tomar en cuenta lo siguiente: Al operar la fosa en un sistema cerrado el volumen de sólidos volátiles suspendidos se incrementará haciéndose necesario la remoción periódica de cieno, actitud que mantiene el proceso activo (Ver figura 3).

Sus ventajas son :



**FIGURA 2 DIAGRAMA DE FLUJO Y COMPONENTES DE UNA FOSA DE OXIDACION (10)**



**FIGURA 3 FOSA DE OXIDACION (MODELO DE LA UNIVERSIDAD DE MINNESOTA, E.E.U.U. UBICADA EN SU ESTACION EXPERIMENTAL DE ROSEMOUNT.) (10)**

1. Es un proceso inodoro, excepción hecha de cantidades pequeñas de amoníaco y ligero olor a tierra que originan sus componentes.
2. Puede manejar cargas fuertes repentinas, una vez que el sistema está operando adecuadamente, no altera el proceso biológico.
3. No altera el itinerario del encargado de la explotación y requiere poco mantenimiento.
4. El proceso se adapta perfectamente al piso ranurado, lo que ahorra mano de obra, elimina bombeo extra, (del lugar de producción al lugar de tratamiento).
5. La fosa de oxidación es un proceso relativamente económico en costo de instalación y operación.

El producto final de estos métodos de tratamiento podrá ser eliminado de varias maneras y que pueden ser entre otras:

A) Inyección de estiércol a la tierra por medio de arado.

Consiste en depositar el material 10 cm (33) bajo la superficie de la tierra, auxiliado por un disco de cultivo y una reja de arado por enfrente del tubo de salida, dicho tubo proviene de un tanque o pipa de almacenamiento y distribución. Con este equipo la tierra se abre pero no se voltea con el fin de cubrir automáticamente el estiércol, evitando malos olores y moscas.

Este método ha sido utilizado en la región de El Paso y Pecos, en el estado de Texas, E.E.U.U., donde recomiendan no enterrar a más de 10 cm. el estiércol, ya que pueden existir grandes rocas o raíces que estropeen el equipo; así mismo, han reportado que el aplicar estiércol a una altura menor es perjudicial al sistema radicular del forraje o plantas, además de favorecer la producción de olores y moscas al no taparse el estiércol con suficiente tierra. Ver figura 4.

B) Irrigación por aspersión.

Consiste en bombear el material tratado a través de un sistema de riego.

Ver figura 5.

C) Irrigación por medio de pipas tanque.

El material tratado es bombeado a una pipa tanque, en la cual se lleva este material al campo de aplicación, esparciéndolo en capas muy delgadas para permitir su pronto secado y evitar la producción de olores e insectos. Ver figura 6.

Es de hacer notar que para irrigar el estiércol se necesita que éste tenga 95% de humedad como mínimo (28).

Hasta la fecha sólo se conocen métodos de manejo líquido de estiércol que digieren de 35 a 50% del total de sólidos, originando que de 65 a 50% de los sólidos restantes tengan que ser manejados en forma sólida, ocasionando una duplicidad de trabajo, elevando el costo de operación de una empresa pecuaria (26).



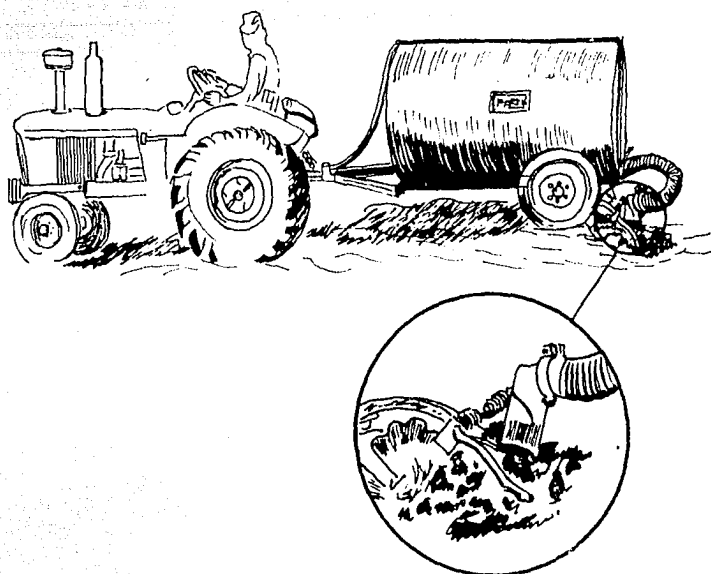


FIG. 4

INYECCION DE ESTIERCOL POR MEDIO DE ARADO

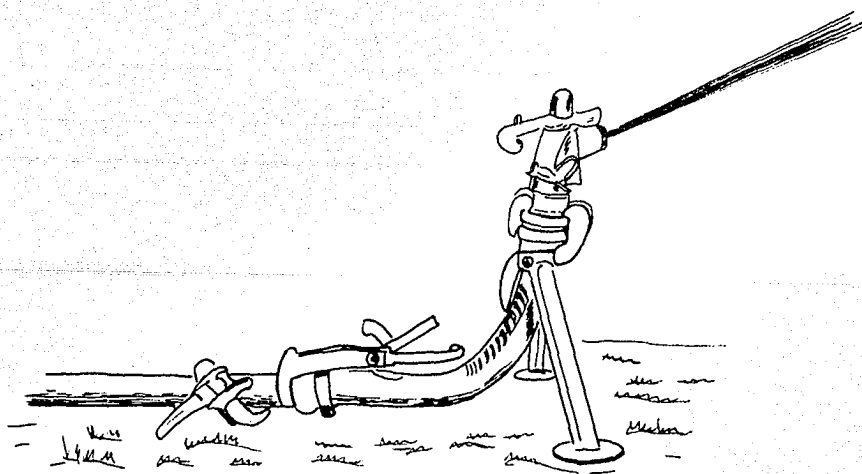


FIG. 5

IRRIGACION POR ASPERSION

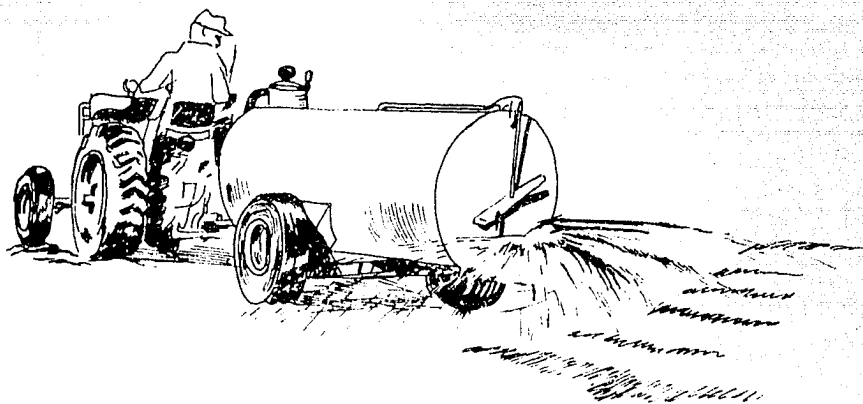


FIG. 6

IRRIGACION POR MEDIO DE PIPAS TANQUE

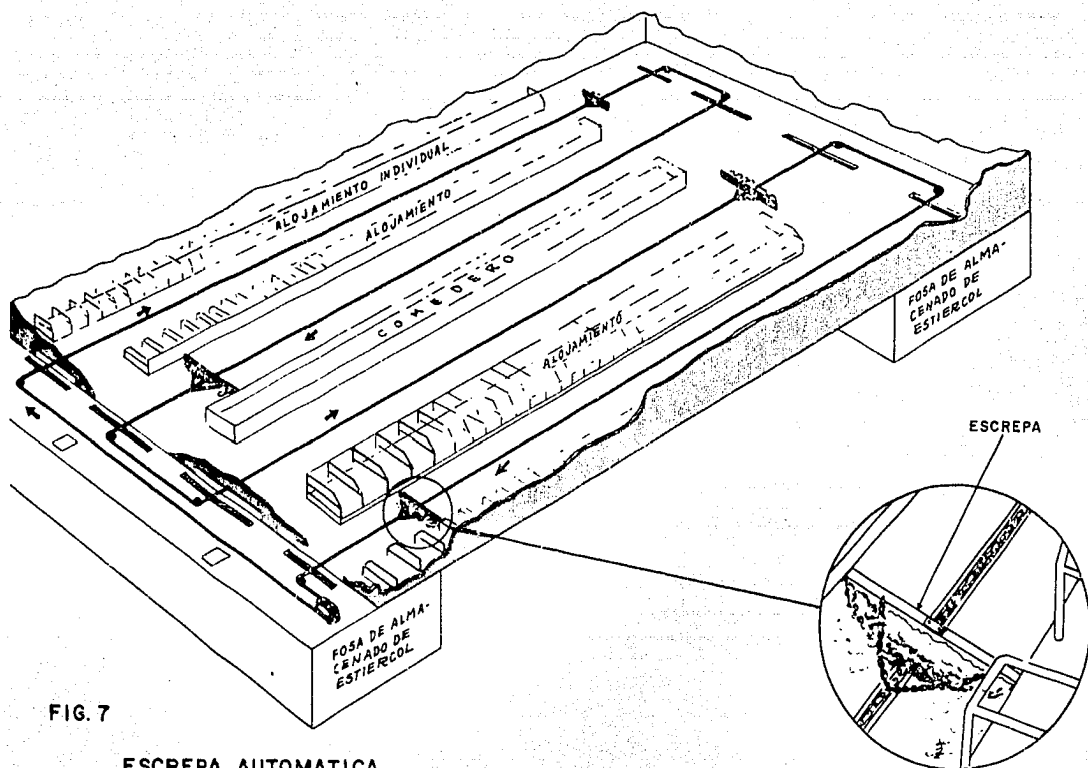
### MANEJO DE ESTIÉRCOL EN FORMA SOLIDA

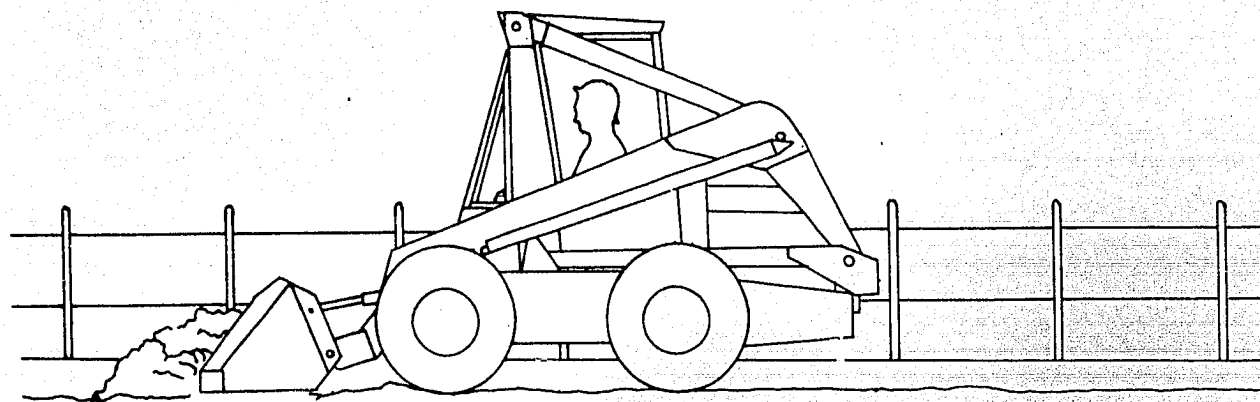
El manejar el estiércol en forma sólida significa que éste se transportará sin la adición de líquidos, directamente del área de producción al área de almacenamiento donde permanecerá hasta ser tratado para su posterior utilización.

Dicho manejo sólo presenta variantes que se deben a las condiciones propias para cada explotación, es decir, el estiércol puede ser recolectado por medios manuales donde el operador se auxilia de una pala y carretilla por medios mecánicos a través de una escrepa automática (ver figura 7) o un trascabo, que en sí es un pequeño tractor con una cubeta adaptada en la parte delantera que recoge el estiércol (ver figura 8).

Una vez recolectado el estiércol, éste se almacenará temporalmente en el establo con el fin de programar su evacuación y transporte al área de tratamiento; este almacén temporal deberá tener  $.043 \text{ m}^3$  por vaca, por día de almacenado (21). El piso deberá ser de concreto o algún otro material firme con 2 ó 3% de pendiente para permitir un buen drenado de los líquidos propios del estiércol, mismos que serán conducidos al sistema general de drenaje.

Una vez que el estiércol ha sido recolectado éste se llevará al área de tratamiento.



**FIG. 8****TRASCAVO**

TRATAMIENTO SOLIDOA) SECADO AL SOL Y VIENTO 1/

Este método es adecuado para explotaciones lecheras intensivas y cuya situación geográfica permita una época seca de 5 a 7 meses. El proceso en sí es muy sencillo y se describe a continuación.

El estiércol a deshidratar deberá ser extendido en capas cuyo grosor sea de 5 a 8 cms. con el auxilio de un tractor provisto de una cuchilla. Una vez lograda esta capa uniforme se procederá a pasar una rastra cultivadora sobre dicha capa a fin de voltear el estiércol exponiendo la capa húmeda al sol. Repitiendo este proceso una vez al día. En días extremadamente calurosos se procurará repetir el proceso cuando menos una vez más con el fin de acelerar la deshidratación. Al secarse la capa, ésta se compactará con el auxilio de un rodillo aplanador remolcado por un tractor. Una vez que el estiércol deshidratado esté compactado se procederá a aplicar otra capa y repetir el proceso. Cuando la capa seca alcance 1 metro de altura, se deberá formar una pequeña pendiente para evitar encharcamientos que propicien la filtración del agua y rehidrate el material seco; un factor muy importante para impedir la filtración de líquidos y que auxi-

---

1/ Este proceso ha sido utilizado con éxito en Altadena Dairy, 637, S. Hambledon, City of Industry, California por el Sr. James Lichtenthaler, Gerente del Depto. de Manejo de Estiércol.

lia la función que desempeña la pendiente, es el asegurar que toda la superficie ocupada por el estiércol sea transitada por los vehículos que realizan el descargado, dispersión y volteo de estiércol húmedo, lográndose así que las capas se compacten aún mas de tal forma que no sea posible introducir la punta de los dedos y que con un aguacero, de 45 mm., sólo se filtre el agua a un máximo de 20 cms.

Cuando lo anterior suceda se procederá a redeshidratar el estiércol húmedo por medio de la rastra cultivadora o si está próxima la venta o desalojo del material tratado, el proceso de encostado del material se comenzará por la parte inferior que está deshidratada, ocasionando que la porción húmeda se derrumbe y mezcle con el material seco, bajando así su porcentaje de humedad.

Es necesario construir, en la parte baja de la pendiente del montículo de estiércol seco un canal para coleccionar el escurrimiento que se formará cuando llueva. El estiércol seco permanecerá en el montículo seis meses antes de su mercadeo o utilización en campos agrícolas.

Dicho sistema requiere de aproximadamente  $.39 \text{ m}^2$  por vaca, por día tomando en cuenta que el estiércol se esparce en capas de 7.5 cms. reutilizando el espacio cada 7 días; así mismo, se considerará un 30% más de superficie para circulación y drenaje.

#### B) SISTEMA R.A.M. (Recycled Aerated Manure) (35)

Consiste en inyectar aire a través del estiércol provocando la evaporación del agua presente. En este sistema el estiércol se saca del corral



dos veces por semana y se amontona sobre una superficie que tiene una red de tuberías perforadas por donde se inyectará el aire producido por uno o varios compresores, según el volumen a tratar, permaneciendo el estiércol en proceso 14 días durante los cuales no se debe añadir estiércol fresco, ya que se interrumpe el proceso; por lo tanto, deberá existir otra área - igual para acumular el estiércol y posteriormente tratarlo. El material tratado se puede utilizar como cama o como fertilizante en el campo. (ver figura 9).

#### C) DESHIDRATACION DE ESTIERCOL POR HORNO ROTATORIOS (34)

Este sistema no ha sido utilizado ampliamente para deshidratar estiércol de bovinos, sino que se ha empleado para deshidratar gallinaza, alfalfa, maíz, trigo y muchos alimentos y materiales. Los pasos para el secado de estiércol en hornos rotatorios son:

Para llevar a cabo este método es necesario homogenizar el estiércol añadiendo agua, luego conducirlo a la cámara propia del horno que está dividido en 3 secciones por las cuales pasa el estiércol junto con el aire caliente generado por el quemador del horno.

Es necesario tomar en cuenta que el calor producido, y por lo tanto, el oxígeno y el combustible necesarios para la flama estén regulados de tal forma que el estiércol se deshidrate antes de tocar las paredes del horno además, el horno deberá trabajar a su exacta capacidad ya que tan solo se pueden secar de 8 a 10 toneladas por hora por horno en su versión más --

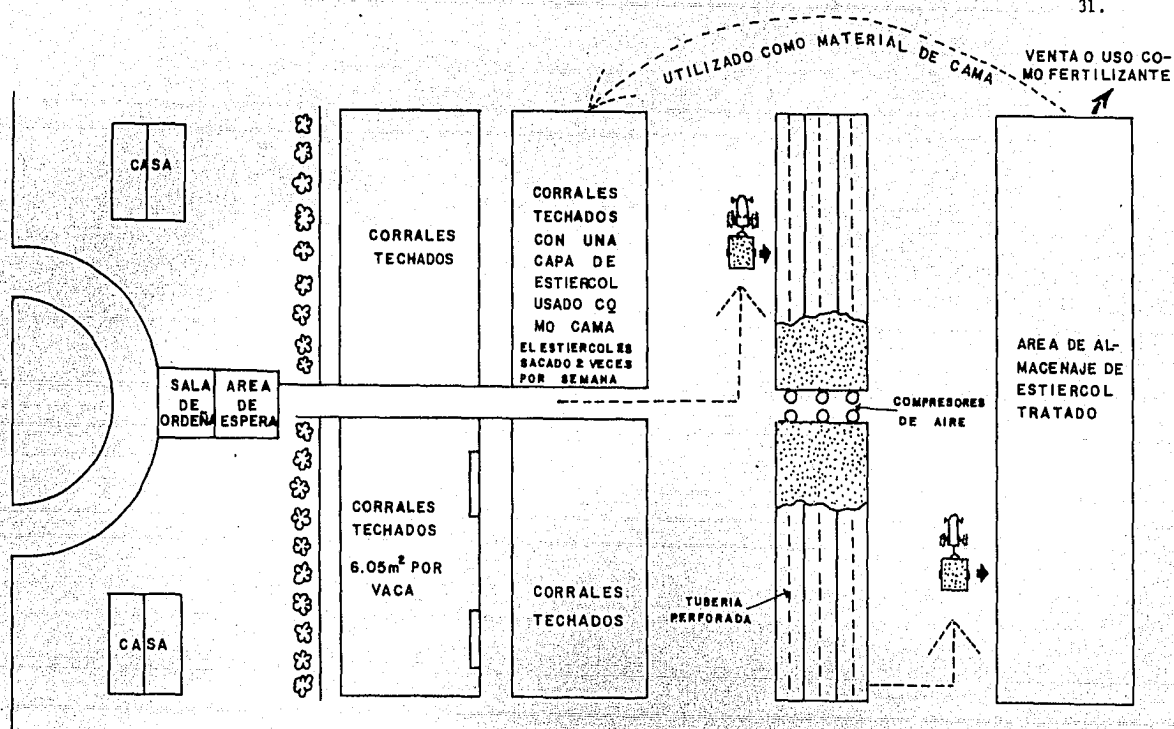


FIG. 9

**SISTEMA R.A.M.**  
**(RECYCLED AERATED MANURE SYSTEM)**

grande 1/.

Todos los gases y partículas de polvo que se desprenden durante el secado deberán de ser reincorporados al estiércol mezclándolos con el aire caliente que se inyecta a través del estiércol. (Figura 10).

#### D. METODO BIO-DINAMICO

Este es un método en el cual se forma una composta de estiércol que por medio de la acción bacteriana y la acción de ciertos catalizadores empleados en la composta, dan como producto final humus orgánicos (32).

El sistema Bio-dinámico tiene tres fases, la primera es la fase de rompimiento y en la cual se realiza el primer cambio de la materia prima, es decir, ocurre la disociación de proteínas, celulosa, almidones, azúcares, etc., la segunda es la reconstrucción donde los microorganismos transforman la materia prima, digiriéndola y utilizándola como fuente de energía para su propio desarrollo; la tercera es donde la materia orgánica gradualmente descompuesta, se perderá como bióxido de carbono, además perderá nitrógeno vía amoníaco y nitrato, es decir, los aminoácidos han sido disociados hasta su forma química más simple y entonces ocurre una mineralización en la composta originándose así el humus orgánico (32).

---

1/ Heil Dehydration Systems. 3000 W. Montana St., Milwaukee Wisconsin - 53201.

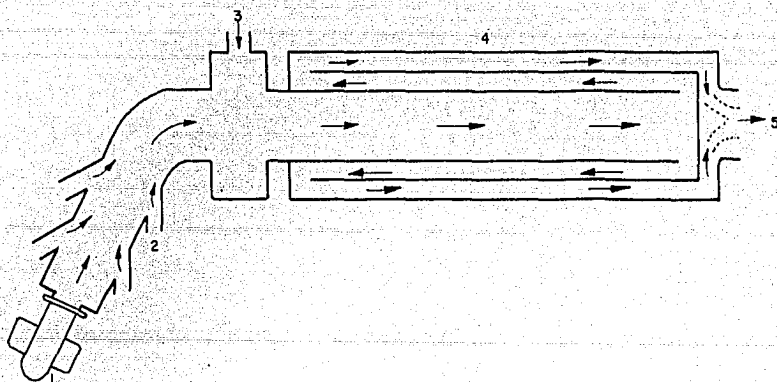


FIG. 10

## DESHIDRATACION DE ESTIERCOL POR HORNO ROTATORIO

1. QUEMADOR 2. ENTRADAS DE AIRE FRESCO 3. ENTRADA DE ESTIERCOL

4. HORNO ROTATORIO 5. SALIDA DE MATERIAL TRATADO

E) METODO TEREX-COBEY.

El estiércol que llega al área de tratamiento en los camiones de volteo, es descargado formando hileras de 2.70 m. de ancho por 1.20 m. de alto, dejando las hileras delimitadas para reconocer el estiércol de cada día y en esta forma poder controlar el proceso. Este proceso consiste en voltear en forma periódica el estiércol a fin de conservar un equilibrio en la relación humedad, temperatura y sólidos volátiles, que permita la obtención de un producto final con las siguientes características: un humus orgánico inoloro, no atractivo a roedores, moscas y otros insectos, con un contenido de humedad de 30-35% (este porcentaje de humedad está condicionado a las características ambientales y duración del proceso), con un pH alcalino de 9.1 a 9.4 con una reducción de 33% de sólidos volátiles iniciales y temperatura final de 40°C (20, 22, 38, 39).

Se puede considerar un producto exento de patógenos, ya que durante el proceso sufre una pasteurización por las temperaturas que inicialmente son de 66°C (20, 22, 38, 39).

Para el control de las constantes antes mencionadas es necesario un volteo diario los primeros tres días, un volteo cada tercer día durante la misma semana y un volteo cada tres días a partir de la segunda semana hasta concluir el tratamiento, aunque cabe señalar que la periodicidad de los volteos depende de las condiciones climatológicas. Para la explicación del proceso ver las figuras 11, 12, 13, 14.

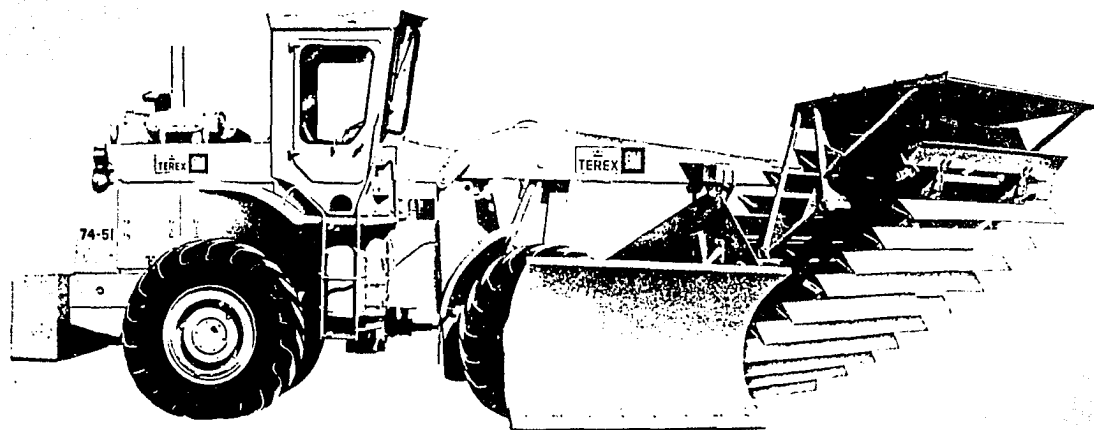


FIGURA No. 11 TEREX-COBEY COMPOSTER

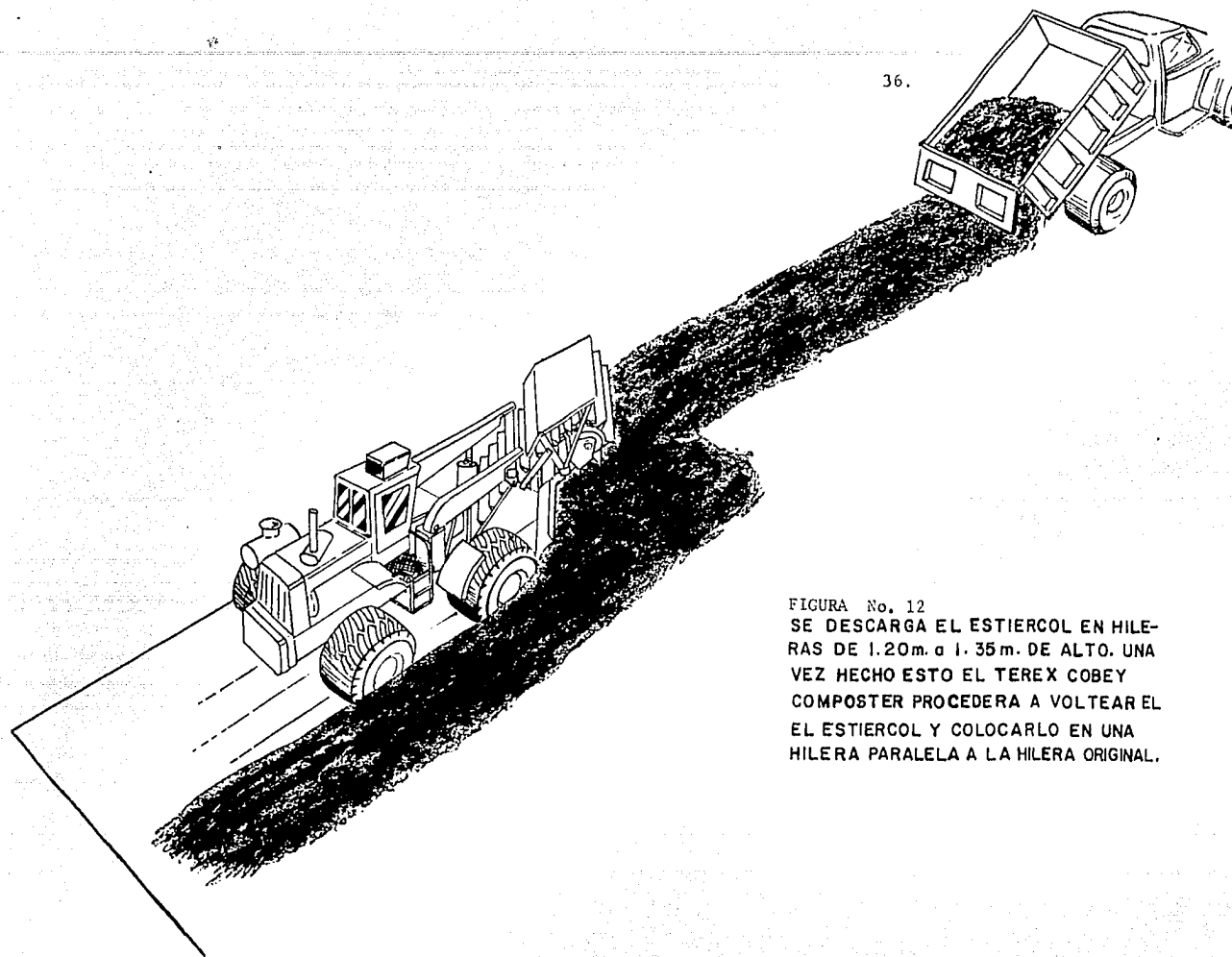


FIGURA No. 12  
SE DESCARGA EL ESTIERCOL EN HILERAS DE 1.20m. a 1.35m. DE ALTO. UNA VEZ HECHO ESTO EL TEREX COBEY COMPOSTER PROCEDERA A VOLTEAR EL EL ESTIERCOL Y COLOCARLO EN UNA HILERA PARALELA A LA HILERA ORIGINAL.

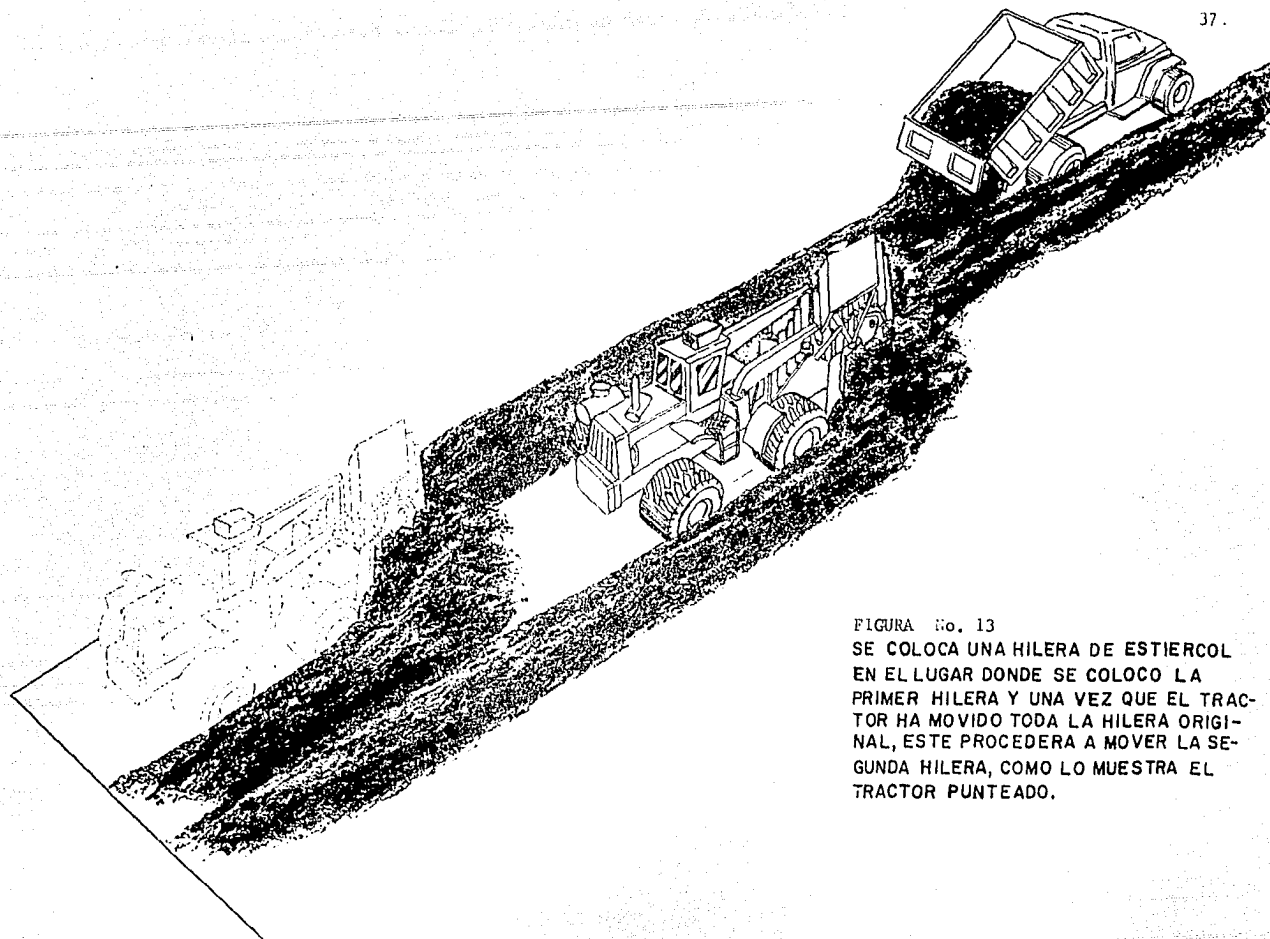


FIGURA No. 13

SE COLOCA UNA HILERA DE ESTIERCOL  
EN EL LUGAR DONDE SE COLOCO LA  
PRIMER HILERA Y UNA VEZ QUE EL TRAC-  
TOR HA MOVIDO TODA LA HILERA ORIGI-  
NAL, ESTE PROCEDERA A MOVER LA SE-  
GUNDA HILERA, COMO LO MUESTRA EL  
TRACTOR PUNTEADO.



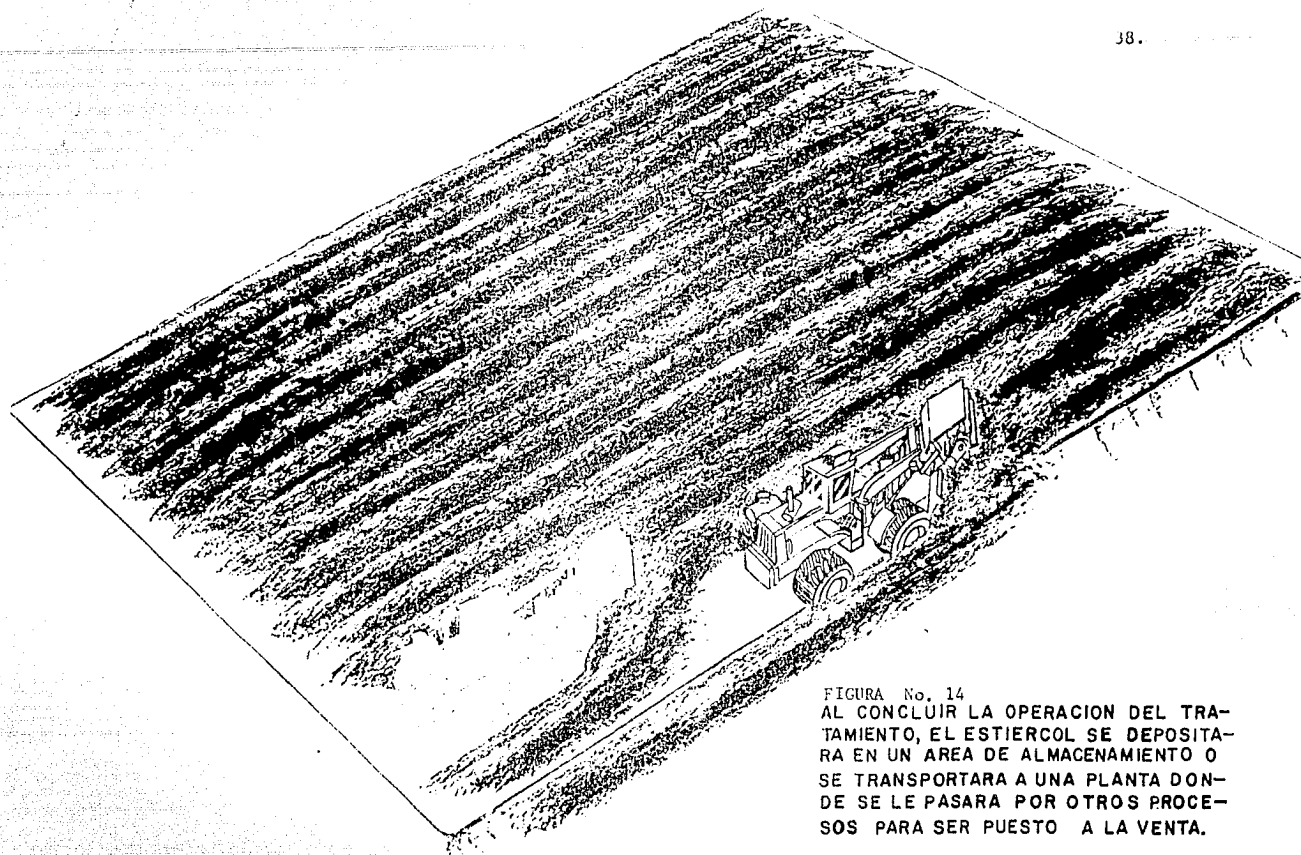


FIGURA No. 14  
AL CONCLUIR LA OPERACION DEL TRA-  
TAMIENTO, EL ESTIERCOL SE DEPOSITA-  
RA EN UN AREA DE ALMACENAMIENTO O  
SE TRANSPORTARA A UNA PLANTA DON-  
DE SE LE PASARA POR OTROS PROCE-  
SOS PARA SER PUESTO A LA VENTA.

39.

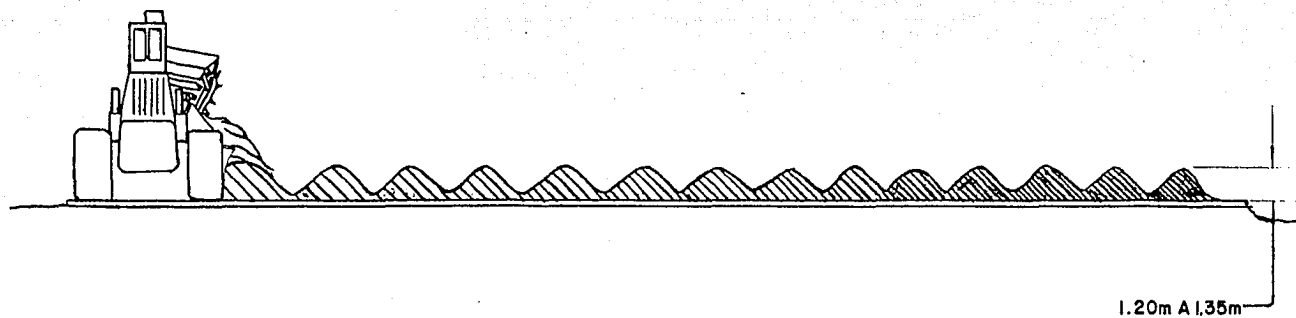


FIGURA No. 15  
EN ESTA LAMINA SE OBSERVA UN  
CORTE VERTICAL QUE INDICA QUE  
EL ESTIERCOL CONFORME AVANZA  
SU TRATAMIENTO, AUMENTA SU  
DENSIDAD.

#### F) SEPARACION DE LIQUIDOS Y SOLIDOS (40)

Este sistema consiste en transportar el estiércol a un tanque de recibo - donde a su vez llega el agua de desperdicio de la sala de ordeño en general, de ahí el estiércol es bombeado junto con el agua a un separador formado por mallas de diferente grosor, donde por vibración la mayoría de los sólidos solubles se desprenden de la porción fibrosa del estiércol dando como producto final, agua, sólidos solubles y fibra lavada.

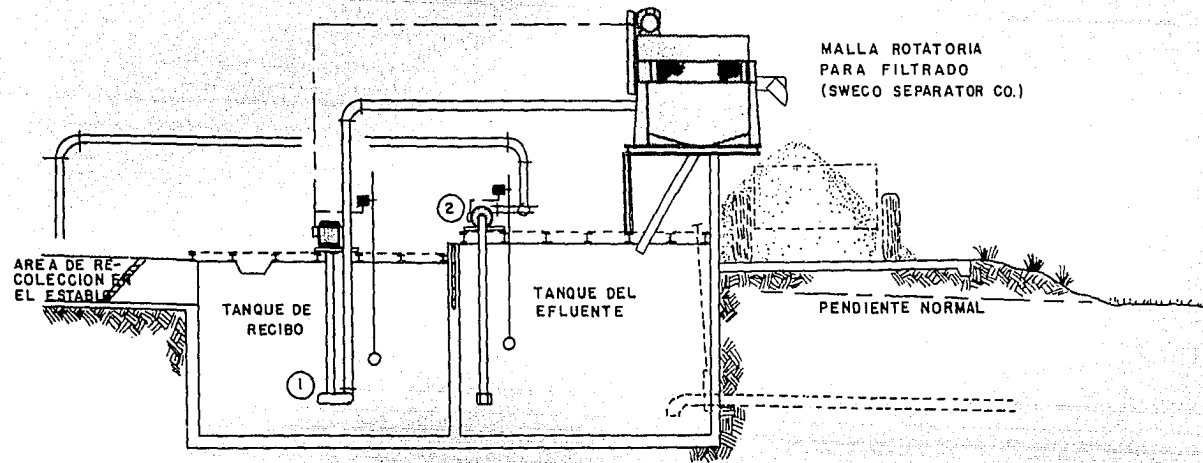
El agua y los sólidos solubles pueden ser utilizados para irrigación o para licuar estiércol recién depositado o continuar otros procesos para su utilización como fuente de proteínas (4, 5, 7, 15).

La segunda porción o sea la fibrosa puede ser empleada como mejorador de suelos en la fabricación de plafones de fibra comprimida o bien ensilarse y utilizarse como alimento tal y como se menciona en el inciso referente al método cereco (11, 14, 15), ver figura 16.

#### G) METODO CERECO

Este método desarrollado por el Dr. Wilson Brady Anthony, de la Universidad de Auburn, Alabama da lugar a una utilización completa del estiércol bovino.

El estiércol recolectado se deposita junto con el agua de uso en una fosa de fermentación, donde permanece cuatro días, dando lugar a un desarrollo bacteriano que incrementa su valor protéico, de ahí es pasado a través de un filtro rotatorio que separa la fibra del líquido.



- ① BOMBA PARA ESTIERCOL
- ② BOMBA PARA AGUA RESIDUAL

FIG.16

## SEPARACION DE LIQUIDOS Y SOLIDOS

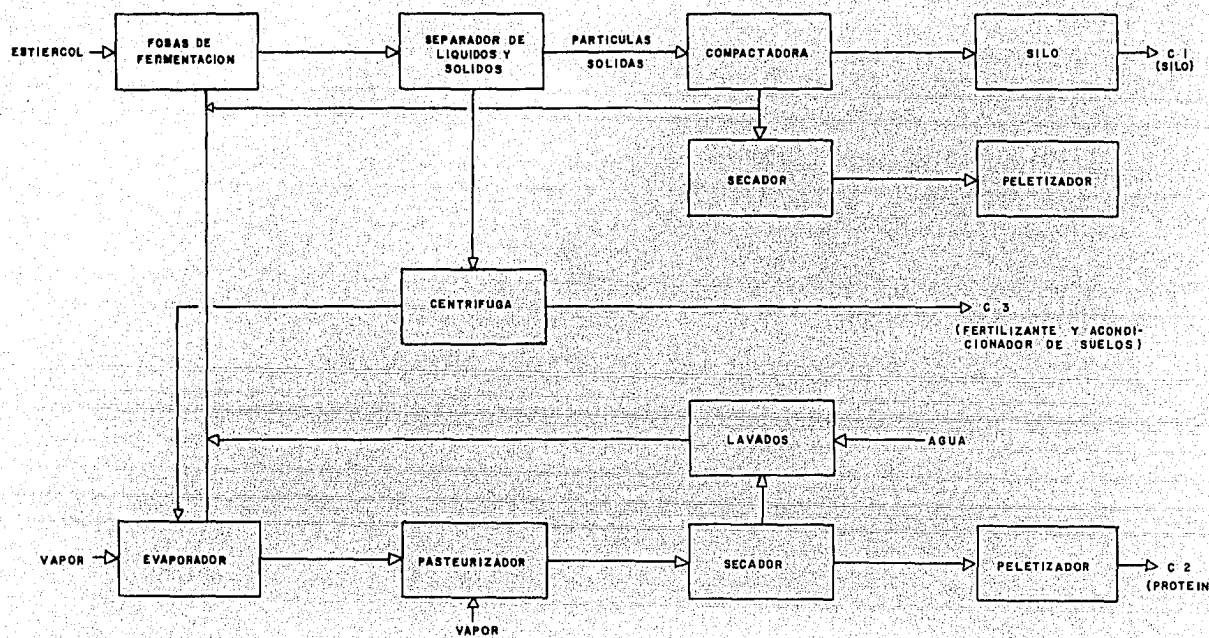


FIG. 17

METODO CERECO, ESQUEMA GENERAL

La fibra puede ser tratada de dos formas :

- a). Se ensila con un 70% de M.H. y se incorpora a raciones para ganado hasta en un 40% del total de la ración.
- b). Se seca hasta contener un 10 ó 12 % de humedad y se convierte - en pelets para su posterior utilización en raciones para ganado.

La parte líquida sufre un proceso de clarificación, donde por centrifugación propia del proceso se obtienen dos porciones, una mineral y otra líquida. La porción mineral se utiliza como fertilizante y la fase líquida restante que trae consigo proteínas disueltas, es conducida a un evaporador de simple efecto con vacío a fin de emplear bajas temperaturas en el proceso e impedir la desnaturalización de las proteínas, obteniéndose un derivado protéico con 50% de humedad aproximadamente, éste se conduce a unos secadores de rodillo, dando un producto final con 20 a 25% de proteína y 9 a 12% de humedad. El agua que se desprende en forma de vapor se condensa y se vuelve a utilizar para lavado, riego o en el inicio de otro proceso.

#### UTILIZACION DEL ESTIERCOL COMO ALIMENTO

Aunque este concepto ha sido estudiado hace mucho tiempo, hoy en día, debido a que las explotaciones lecheras y de engorda han tendido a ser intensivas, el estiércol se ha convertido en un serio problema. En 1962 Anthony y Nix, de la Universidad de Auburn en Alabama, reportaron varios estudios tendientes a la utilización de estiércol como alimento. El estiércol utilizado era previamente lavado, ya que pudieron observar que contenía un

factor de inhibición del crecimiento, que podría ser eliminado al lavar el estiércol (10, 37). Estudios posteriores le hicieron pensar que dicho factor podía ser también termolabil, ya que el material previamente esterilizado en auto clave daba los mismos resultados (10, 37). No fue sino hasta 1969 cuando comprobaron que obtenían buenas ganancias de peso al ensilar el estiércol con zacate picado (11). En la mayoría de los estudios han logrado ganancias de 1.2 a 1.6 kg / día / animal (37).

En 1966 Anthony inició estudios tendientes a la utilización integral de -- estiércol bovino en raciones, evitando el proceso de lavado, habiendo reportado varias dietas a base de estiércol utilizadas en forma experimental

Experimento A : (10, 14).

Se utilizaron tres novillos de un año con un peso promedio inicial de 314 kgs., alimentado con la siguiente ración, durante 7 semanas:

40% de estiércol, 60% ración base, constituida por:

|      |   |                        |
|------|---|------------------------|
| 16   | % | harina de soya         |
| 64.2 | % | maíz molido            |
| 16.7 | % | melaza                 |
| 1.67 | % | sal                    |
| .83  | % | fosfato dicálcico      |
|      |   | Trazas de Vitamina A   |
|      |   | Trazas de Estilbestrol |

añadiendo por cada 45.5 kgs. de esta mezcla, 4.5 kg. de levadura seca.

#### RESULTADOS :

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Peso inicial      | 314 kgs. |
| Peso final        | 397 kgs. |
| Peso incrementado | 83 kgs.  |

Días en prueba 54  
 Promedio ganancia diaria 1.54 kg.  
 Conversión 1:6.43

#### Experimento B: (10)

Este experimento se hizo para confirmar el anterior utilizando la misma ra  
ción y el mismo número de animales variando sólo los días en prueba que --  
 fueron 110, obteniéndose una ganancia diaria de 1.67 kg y un índice de con  
versión de 1:6.35

El análisis de las escretas de estos animales revelaron el siguiente conte  
nido:

|                 |         |
|-----------------|---------|
| Proteína cruda  | 4.21 %  |
| Celulosa        | 46.57 % |
| Estracto etéreo | .52 %   |
| Almidón         | 6.57 %  |
| Azúcar          | .34 %   |
| Cenizas         | 1.68 %  |

#### Vitaminas :

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Riboflavina     | 4.39 mg/kg  |
| Tiamina         | 1.27 mg/kg  |
| Niacina         | 20.88 mg/kg |
| Ac. Pantoténico | 24.48 mg/kg |
| Cianocobalamina | 1.67 mg/kg  |

#### Aminoácidos : (base materia seca)

|              |        |
|--------------|--------|
| Arginina     | .39 %  |
| Cystina      | .18 %  |
| Histidina    | .48 %  |
| Isoleucina   | .84 %  |
| Licina       | 1.22 % |
| Methionina   | .38 %  |
| Fenilalanina | .74 %  |
| Treonina     | .74 %  |
| Triptofano   | .19 %  |
| Valina       | 1.0 %  |



### Experimento C: (7)

Se utilizaron 60 novillos de 12 meses divididos en cuatro lotes de 15 animales.

En el primer lote la ración empleada fue a base de: maíz molido 74.5%, harina de alfalfa 2.5%, cascarilla de semilla de algodón 5.0%, melaza 10.0%, harinolina 8.0%, vitamina A 2200 U.I./kg y estilbestrol 11.1 mg/10 kg.

El segundo lote recibió la misma ración que el lote 1 sólo que el 40% fue substituido por estiércol.

El lote tres, recibió una ración a base de silo de maíz, 45.5 kg, harinolina 4.08 kg., melaza 6.80 kg.

El lote cuatro recibió una ración similar al lote tres, sólo que se le adicionó 22.68 kg. de estiércol.

Los lotes I y II recibieron una ración de finalización a base de maíz molido 85.0%, harinolina 10.0%, pellets de alfalfa 2.5%, C.D.P. 1.0%, harina de kalsita .5%, vitamina A y D 8.8 gr/kg de mezcla, Stilboso - 2, 27.7 gr/kg.

Las cuatro raciones se dieron Ad libitum obteniéndose los siguientes resultados:

|                          | Lote I | Lote II  |
|--------------------------|--------|----------|
| No. de animales          | 15     | 15       |
| Días en experimento      | 193    | 193      |
| Ganancia promedio/animal | 185 kg | 161.5 kg |
| Ganancia diaria          | .96kg  | .84 kg   |

|                            | Lote III         | Lote IV          |
|----------------------------|------------------|------------------|
| No. de Animales            | 13               | 15               |
| Duración del Experimento   | 128 días         | 128 días         |
| Ganancia promedio p/animal | 90.27 kg         | 78.02 kg         |
| Promedio ganancia diaria   | .70 kg $\pm$ .04 | .61 kg $\pm$ .05 |

#### Coeficientes de digestibilidad (10)

|                | Lote I | Lote II | Lote III | Lote IV |
|----------------|--------|---------|----------|---------|
| Proteína cruda | 43.68  | 42.44   | 50.84    | 45.50   |
| Celulosa       | 46.28  | 41.80   | 43.74    | 46.22   |

#### Experimento D: (6)

Se recolecto el estiércol del piso de concreto de un corral de engorda -- mezclándose en una proporción de 2:3 con una ración para engorda. Se mantuvo en un recipiente cerrado durante 12 hrs., después de las cuales se -- les dío como alimento, es de hacer notar que el olor y aparentemente la palatibilidad no fueron problema, ya que los novillos en experimentación du-- rante 54 días lo consumieron ávidamente teniendo una ganancia diaria de -- 1.54 kg. por 9.9 kg. alimento consumido en base materia seca.

A partir de 1969 el Dr. Anthony utilizó lo que él llamó "wastelage" o ensilaje de estiércol y zacate picado, he hizo varios experimentos con resultados positivos. Su primer trabajo a este respecto fue el ensilar 57 partes de estiércol por 43 partes de zacate picado.

Para dos grupos de 12 novillas cada uno el primer grupo o control se ali-- mento con una ración a base de :

75.5% maíz molido, 8.0% harina de soya, 5.0% harina de alfalfa, 10% mela-- za, 1.0% sal y minerales traza y .5% fosfato de flourinizado añadiendo - -

2203 U.I. de vitamina A por kg., 551 U.I. de vitamina D por kg., aureomicina 6.16 mg/kg y stilbosol 2.253 mg/kg. El segundo grupo recibió una dieta a base de "Wastelage" y maíz en grano a razón de 2:3, además 1 kg. de suplemento protéico líquido equivalente a 30% de proteína cruda.

| Resultados              | Primer grupo           | Segundo grupo |
|-------------------------|------------------------|---------------|
| No. de animales         | 12                     | 12            |
| Días en experimentación | 126                    | 126           |
| Ganancia promedio / día | 1.10 kg                | 1.17 kg       |
| Conversión              | 1:7.45                 | 1:9.28        |
| Problemas digestivos    | Paraqueratosis ruminal | - - - -       |

Un segundo ensayo se hizo a base de ensilaje de estiércol y que consistió en: 5 lotes de 12 novillos de un año y fueron como sigue : (6, 11)

**Lote 1 Control :**

53% maíz molido, 25.0 zacate bermuda de la costa, 10.0 melaza, 10% harinolina, 1% fosfato de flourinado, 1% sal mineralizada, 2203 U.I. vitamina A/kg, 2203 U.I. vitamina D/kg.

**Lote 2 :** Ensilaje de estiércol 20%, maíz en grano 80%.

**Lote 3 :** Ensilaje de estiércol 40%, maíz en grano 60%.

**Lote 4 :** Ensilaje de estiércol 40%, maíz molido 60%.

**Lote 5 :** Ensilaje de estiércol 60%, maíz en grano 40%.

El ganado se alimentó durante 110 días, se implantó con 36 mg. de stilbestrol y después de 28 días de iniciado el estudio, el lote 2 recibió 9 kg/animal de suplemento protéico.

| RESULTADOS      | Control | Lote 2 | Lote 3 | Lote 4  | Lote 5 |
|-----------------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Ganancia diaria | 1.10 kg | .95 kg | .97 kg | 1.02 kg | .76 kg |

En 1972 se utilizó el ensilaje de estiércol en forma comercial (1). La ra  
ción consistió en 42% maíz molido, 18% silo de maíz y 40% estiércol, se -  
obtuvieron los siguientes resultados :

|                   |          |
|-------------------|----------|
| No. de animales   | 216      |
| Peso al inicio    | 283.5 kg |
| Peso al finalizar | 382.0 kg |
| Duración          | 70 días  |
| Ganancia diaria   | 1.40 kg  |

Es necesario aclarar que, hasta la fecha sólo se ha utilizado el estiércol  
en raciones alimenticias para ganado de engorda, sin que ésto quiera decir  
que no pueda utilizarse en raciones alimenticias para ganado lechero.

## CONCLUSIONES

El reciclaje total de la materia fecal es el único camino para que una explotación pecuaria de tipo intensivo solucione el problema ocasionado por el estiércol.

Al reciclar el estiércol, se podrá obtener utilidades que permitan incrementar la rentabilidad de la empresa.

Al considerar la utilización de algún método de manejo líquido, pueden existir serios inconvenientes tales como: el uso excesivo de un recurso sumamente valioso y no siempre disponible como es el agua, la necesidad de utilizar un sistema de manejo sólido para completar el proceso (26), la falta de áreas de cultivo aledañas cuyo ciclo productivo permita descargas de estiércol y agua constantemente.

Para el manejo de estiércol en forma líquida en un sistema de producción intensiva, como lo sería una cuenca lechera, se requeriría de grandes tanques de almacenamiento o en su defecto, saturar las áreas de cultivo, en caso de haberlas.

Los métodos para manejo sólido de estiércol tienen grandes posibilidades de ser empleados en una explotación pecuaria individual.

Los métodos para manejo sólido de estiércol a nivel de una cuenca lechera de tipo intensivo, requieren de una superficie extensa y son poco productivos, ya que el estiércol en sí, tiene escaso valor como fertilizante y en muchos casos sólo se emplea como mejorador de suelos.

La opción elegida como mejor, es el método cereco debido a que soluciona el problema de utilización de espacios productivos, soluciona el problema que representa el volumen de estiércol producido, permite reducir los cos

tos de alimentación por el reciclaje de estiércol, origina una fuente de proteína barata, permite la utilización de los residuos como fertilizantes o mejoradores de suelo, evita que el estiércol sea un contaminante del medio ambiente, crea fuentes de trabajo al implementarse este método como empresa.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Adams, Virgil  
Recycling Manure  
Livestock Breeder Journal  
November 1973  
PP 20 - 23
- 2.- Anaerobic Manure Lagoons  
Agricultural Engineers Digest AED-1  
Mid-west Plan Service  
Iowa State University, Ames, Iowa  
1969
- 3.- Animal Waste Reuse, Nutritive Value and Potential  
Problems from Feed Additives, A. Review ARS 44-224  
Agricultural Research Service  
USDA, Beltsville, Maryland 20705  
1971
- 4.- Anthony, W. B.  
Animal Waste Value Nutrient Recovery and Utilization  
Journal of Animal Science, Vol. 32 No. 4  
PP 799 - 801  
1972
- 5.- Anthony, W. B.  
Cattle Manure as Feed for Cattle  
Proceedings of the International Symposium on Livestock Wastes  
American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph  
Michigan
- 6.- Anthony, W. B.  
Cattle Manure: Re-use through wastelage feeding  
Proceedings of the Conference on Animal Waste Management  
Cornell University, Ithaca, N. Y.  
January 1969  
PP 105 - 113
- 7.- Anthony W. B.  
Feeding Value of Cattle Manure for Cattle  
Journal of Animal Science, Vol. 30 No. 2  
February 1970  
PP 274 - 277

- 8.- Anthony, W. B.  
Harvested Feed Programs  
Feedstuffs Vol. 47 No. 9  
March 3, 1975
- 9.- Anthony, W. B.  
Nutritional Value of Cattle Waste for Cattle  
Federation Proceeding Vol. 33 No. 8  
August 1974  
PP 1939 - 1941
- 10.- Anthony, W. B.  
Utilization of Animal Wastes as Feed for Ruminating Animals  
Animal Science Department  
Agricultural Experiment Station  
Auburn University, Auburn, Alabama  
May 1966  
PP1-24
- 11.- Anthony, W. B.  
Wastelage, Something New in Cattle Feeding  
Highlights of Agricultural Research  
Auburn University, Auburn, Alabama  
May 1969  
P - 14
- 12.- Anthony, W. B., E. C. Mora; T. A. McCaskey; J.P. Cuning Lam Jr.  
Livestock Waste as Animal Feed  
Hatch 332, 1971 Annual Report  
Department of Animal Science  
Auburn University, Auburn, Alabama  
PP 1 - 8
- 13.- Anthony, W. B.; L. A. Smith  
Effect of Diet on the Body composition of Nursed Beef Calves  
Journal of Animal Science  
Vol. 35 No. 1 PP 168
- 14.- Anthony, W. B.; Ronal Nix  
Feedings Potential of Reclaimed Fecal Residue  
Journal of Dairy Science Vol. XLV No. 12  
December 1962  
PP 1538 - 1539



- 15.- Azevedo, J.; P. R. Stout  
Farm Animal Manures: An Overview of their Role in the  
Agricultural Environment  
Manual 44 - Cagman 1 - 110  
Agricultural Extension Service  
University of California  
PP 1 - 89  
August 1974
- 16.- Blood, D. C.; J. A. Henderson  
Medicina Veterinaria  
Ed. Interamericana, S. A.  
3a. Ed. 1968
- 17.- Cooperative Extension Service  
Waste Handling and Disposal  
Guidelines for Indiana Dairyman  
Purdue University, Lafayette, Indiana  
Bulletin ID - 81  
1972 PP 2 - 12
- 18.- Dobie, John B.  
Planning a Liquid Manure System  
Agricultural Extension Service Leaflet 39 (6535)  
University of California, Davis, Calif.  
1958
- 19.- Fairbank, W. C.; E. H. Olson; G. A. Hutton  
Dairy Waste Storage Ponds, for Soil-plant Recycling  
Bulletin AXT-88 11/72  
Agricultural Sanitation and Waste Management Series  
Agricultural Extension Service  
University of California, Berkeley, Calif.  
PP 1 - 6
- 20.- Garner, R. K.  
Evaluation of the Terex 74-51 Composter, AT Los Angeles County  
Sanitation District.  
Waste Management Systems Staff  
Terex Division - General Motors  
Hudson, Ohio  
1973

- 21.- George, Robert M. et al  
The Missouri Approach to Animal Waste Management  
Bulletin MP 232/71/IM  
Missouri Water Pollution Board; Extension Division  
University of Missouri, Columbia  
PP 33 - 35
  
- 22.- Gunnerson, Charles G.  
Demostration of Composting Dairy Manures in Chino, California  
Woodward - Envicon, Inc.  
San Diego, Calif.  
1972
  
- 23.- Humenink, Frank J.; M. R. Overcash, L B. Driggers; G.J. Keiz  
Cleaning the Animal Farm Environment  
School of Agriculture and Life Sciences, North Carolina  
State University, Raleigh, North Carolina 27607  
Journal of Environmental Science and Technology  
Vol. 8 No. 12 PP 984 - 988  
1974
  
- 24.- Jones, D. D., D. L. Day, A.C. Dale  
Aerobic Treatment of Livestock Wastes  
Bulletin 737 University of Illinois, College of Agriculture  
Urbana - Champaign  
1970 PP 3 - 55
  
- 25.- Lapage, Geoffrey  
Parasitología Veterinaria  
Editorial continental  
1971
  
- 26.- Light, R. C.  
Liquid Manure Handling From Milk Production Systems  
Agricultural Engineering Department  
University of Massachusetts  
1969
  
- 27.- Manges, H. L., L. A. Schnid, L. S. Murphy  
Land Disposal of Cattle Feedlot Wastes  
Kansas State University Agricultural Extension Service  
Contribution 179 Agricultural Engineering  
(sin fecha) PP 1 - 4 (Boletín)

- 28.- Mid-West Plan Service  
Dairy Housing and Equipment Handbook  
MWPS - 7 Agricultural Extension Service  
Iowa State University  
1971
- 29.- Miner, Ronald  
Farm Animal Waste Management  
North Central Regional Publication 206  
Special report 67 May 1971  
Agricultural Experiment Station  
Iowa State University, Ames, Iowa  
PP 6 - 44
- 30.- Miner, J. R.; J.W. Wooten; J.D. Dood  
Water Hyacinths to further Treat Anaerobic  
Lagoon Effluent  
Proceeding of the International Symposium on  
Livestock Wastes  
American Society of Agricultural Engineers  
St. Joseph, Michigan 49085  
1971 PP 170 - 173
- 31.- Moore, J. D.; W. B. Anthony  
Enrichment of Cattle Manure for Feed by Anaerobic Fermentation  
Journal of Animal Science Vol. 30 No. 2  
Southern Section Abstracts  
February 1970  
PP 324
- 32.- Pfeiffer, Ehrenfried E.  
The Art and Science of Composting  
Bio-Dynamic Farming and Gardening Assoc., Inc.  
R. D. 4 Stroudsburg, Pa. U.S.A. 18360  
1959
- 33.- Reddell, Donald L., W.H. Johnson; P.J. Lyerly y P. Hobgood  
Disposal of Beef Manure by Deep Plowing  
Proceeding of the International Symposium on Livestock Wastes  
American Society of Agricultural Engineers  
St. Joseph, Michigan 49085  
1971 PP 235 - 238
- 34.- Scholz, H. G.  
Systems for the Dehydration of Livestock Wastes  
A Technical and Economical Review  
Proceeding of the International Symposium on Livestock Wastes  
American Society of Agricultural Engineers  
St. Joseph, Michigan 1971

- 35.- Smith, F.F. et al  
An Analysis of Dairy Waste Management  
Alternatives for Southern California Dairymen  
Agricultural Extension Service University  
of California Riverside  
Nov 1973/1500 C  
PP 1 - 14
- 36.- Smith L. W.  
Nutritive Evaluations of Animal Manures  
Symposium: Processing Agricultural Municipal Wastes  
Capitulo 6 PP 55 - 70  
AV 1 Publishing Co. Box 831 Westport Connecticut  
1973
- 37.- Smith, L. W.; CC. Calvert; L. T. Frobish; D. A. Dinius;  
R.W. Miller  
Animal Waste Reuse - Nutritive Value and Potential  
Problems from Feed Additives  
United States Department of Agriculture  
A.R.S. 44-224 February 1971  
PP 3 - 8, 27 - 41
- 38.- Snell, John R.  
A New Economic Approach to the Treatment and Utilization  
of Cattle Feedlot Wastes  
John R. Snell Engineers, Inc.  
Lansing, Michigan 48933  
1971
- 39.- Terex Division of General Motors  
A New Concept in Solid Waste Management  
Hudson, Ohio  
1974
- 40.- University of California  
Dairy Manures Liquid-Solids Separation  
Agricultural Sanitation Series  
Bulletin AXT - 271/1968  
Agricultural Extension Service