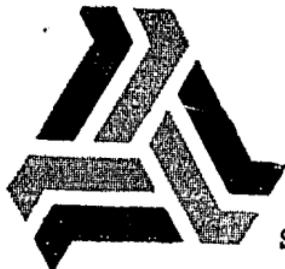


300615
3
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE INGENIERIA
Incorporada a la U. N. A. M.

SOLUCION AL PROBLEMA ECOLOGICO DEL ESTIERCOL
PRODUCIDO EN LA PLANTA LECHERA DE TIZAYUCA,
HGO., POR MEDIO DE MAQUINARIA PARA
CONSTRUCCION PESADA.

T E S I S
Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a:

ENRIQUE CORTES VAZQUEZ

A s e s o r d e T e s i s :
ING. RAUL ABURTO SALDAÑA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1993



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

I N D I C E

	I N T R O D U C C I O N	1
CAPITULO I	CARACTERISTICAS DEL ESTIERCOL BOVINO	3
CAPITULO II	METODOS Y SELECCION PARA EL TRATAMIENTO DE ESTIERCOL .	5
CAPITULO III	PLANEACION DE LA PLANTA PROCESADORA	31
CAPITULO IV	SELECCION DEL EQUIPO	35
CAPITULO V	COSTO DEL ESTIERCOL PROCESADO E INCORPORADO	38
CAPITULO VI	RENTABILIDAD Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	47
	CONCLUSIONES	50
	ANEXOS	54
	BIBLIOGRAFIA	59

I N T R O D U C C I O N

Tradicionalmente el estiércol ha sido utilizado como fertilizante sin estar debidamente tratado, por lo cual los elementos básicos aprovechables eran realmente reducidos. Sin embargo, dada la necesidad de un incremento desmesurado en la producción agrícola, fue necesario el uso de fertilizantes químicos a base de fósforo, nitratos y amoníaco. Este procedimiento en gran escala resulta ser más económico que el manejo y dispersión del estiércol. Todo esto motivó un cambio en la industria lechera, al aumentar la demanda en productos animales.

Originalmente, los animales 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 1978, más del 67% del ganado de abasto del centro de la República Mexicana provenía de corrales de engorda. Debido a esto, el alimento antes producido en la granja, resultó insuficiente y surgió la necesidad de trasladarlo desde grandes distancias a los centros consumidores. Con lo cual el estiércol quedaba depositado localmente, dejando así de ser un fertilizante valioso.

Debido a esto, los métodos de almacenaje y manejo del mismo se descuidaron resultando ser uno de los grandes problemas de contaminación de agua, moscas y polvo, entre otros, mismos que deberán ser resueltos sin que esto signifique una erogación costosa.

El manejo del estiércol es uno de los problemas que más afecta la explotación pecuaria, ya que es necesario tomar en consideración todos los pasos que intervienen durante todo el proceso, hasta su uso final, como son: recolección, transporte, almacenamiento y procesamiento.

Dichas etapas deberán formar parte, necesariamente, de los programas de planeación, construcción y producción en cualquier empresa pecuaria.

Con respecto al uso final del estiércol y su mejor aprovechamiento, se propone sea utilizado en el sistema de riego 03, ya que este es el receptor de las aguas negras del Distrito Federal.

El objetivo principal de este trabajo es proponer el método más conveniente para el tratamiento del estiércol por medio de la utilización de maquinaria de construcción pesada, producido en la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hgo., solucionando así el problema ecológico vigente, para lograr con esto un fertilizante de calidad y mejorador de suelos cultivables a través de un menor costo aprovechable para el sistema de riego 03 del Estado de Hidalgo, el cual se ha venido explotando con dos o tres cosechas al año, desde 1895.

C A P I T U L O I
CARACTERISTICAS DEL ESTIERCOL BOVINO

Para poder evaluar las diversas alternativas del manejo del estiércol, es necesario conocer sus propiedades: un animal de 450 kg. de peso, producirá aproximadamente 37.37 kg. de heces y orina al día, equivalente al 8.3% de su peso corporal. De esta cantidad, un 84% es humedad y el 16% restante son sales minerales y materia orgánica.

CUADRO 1. Composición aproximada del estiércol producido por una vaca de 450 kg. de peso, alimentada con una dieta balanceada adecuada.

Sales minerales	Porcentaje	Peso
a) Nitrógeno	0.59%	0.22kg.
b) Fósforo	0.19	0.07
c) Potasio	0.53 2.50%	0.20 0.94kg.
d) Otros	1.20	0.45
Materia orgánica	13.57%	5.90kg.
Humedad	83.93%	31.47kg.
<hr/>		
T O T A L	100.00%	37.37kg.

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

La distribución de materia seca, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en las heces y orina para ganado lechero, con un régimen alimenticio balanceado según Schollenber, es como sigue:

Sales minerales	% en heces	% en orina
a) Nitrógeno	47.6	52.4
b) Fósforo	97.3	2.6
c) Potasio	29.8	70.2
d) Calcio	98.8	1.1
Materia seca	87.5	12.5

Por lo que respecta a las propiedades orgánicas, se ha observado en el ganado lechero de la Cuenca Lechera de Tizayuca, en el Estado de Hidalgo, que de un 25% a un 30% del volúmen de la materia fecal orgánica está conformado por microorganismos no patógenos.

C A P I T U L O I I

METODOS Y SELECCION PARA EL TRATAMIENTO DE ESTIERCOL

Los sistemas que tradicionalmente se han utilizado para el tratamiento del estiércol, incluyendo la Cuenca Lechera en cuestión, son los siguientes:

- a) Manejo del estiércol en forma líquida, con humedad del 85% al 97%, sin contener paja ni otros materiales frecuentemente utilizados.
- b) Manejo del estiércol en forma sólida, con humedad del 20% al 80%, en las mismas condiciones mencionadas en el inciso anterior.

Cabe mencionar que el estiércol con impurezas, como la paja, puede ser manejado como estiércol sólido, aún teniendo un 90% de humedad. (Los rangos de humedad, y por consiguiente su consistencia, se encuentran enlistados en el Anexo No. 1)

En cuanto al estiércol en forma líquida, tenemos las siguientes maneras de manejo:

- 1) Lagunas de Fermentación
- 2) Fosas de Oxidación.

1) LAGUNAS DE FERMENTACION. (véase fig. 1)

En este tipo de lagunas existen dos formas de fermentación, la aerobia y la anaerobia. La laguna aerobia, en nuestro caso específico, es el almacenamiento de estiércol líquido, en un recipiente, en contacto directo con aire, ya sea en forma natural o por medios mecánicos.

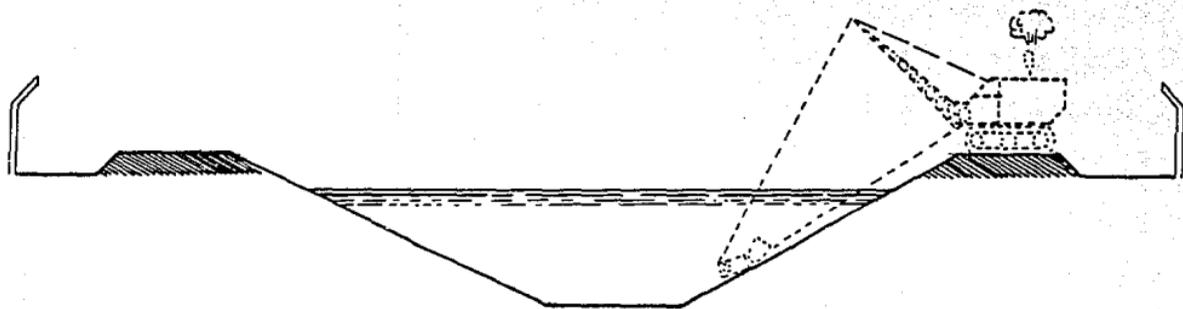


FIGURA 1 CORTE LONGITUDINAL DE UNA LAGUNA TIPICA

En este proceso de fermentación se evitan los olores fétidos y gases dañinos, ya que existe aire suficiente para mantener la aerobiosis.

Para que no se pierdan las propiedades químicas y orgánicas del estiércol en dicho tipo de fermentación, es necesario estar alimentando la laguna con estiércol no fermentado y aire, permanentemente.

La laguna anaerobia es el almacenamiento de estiércol líquido, en un recipiente, sin la necesidad de aire en forma natural o por medios mecánicos para producir la fermentación, resaltando con ello que la utilización del área es menor para el mismo volumen utilizado en una laguna aerobia.

Es por esto que la mayoría de las veces no se logra una degradación homogénea en la laguna, además de requerir 2.80 metros cúbicos de agua por cada 37.5 kg. de estiércol utilizado (equivalente a 450 kg. de peso animal).

MODO DE EMPLEO DE LA LAGUNA DE FERMENTACION.

Al ser utilizada la laguna de fermentación por primera vez, deberá ser llenada a razón de 3.12 m³. de agua por cada 37.5 kg. de estiércol. Ya estando en función, se debe tener la precaución de añadir el estiércol paulatinamente, con el fin de lograr una aclimatación bacteriana adecuada. En esta forma, la alimentación deberá ser aún más despacio en cuanto mayor sea la temperatura ambiente.

2) ZANJA DE OXIDACION.

La zanja o fosa de oxidación se compone de dos partes fundamentales que son: un canal

continuo, abierto en forma de óvalo, y uno o más rotores que suministran el O₂; éste, a su vez, hace circular la mezcla a una velocidad de 18.28 m. por minuto para evitar sedimentación. (véanse fig. 2 y 3)

Normalmente no existe un tanque de sedimentación primario, ya que la entrada de la zanja tiene un enrejado que detiene los grumos grandes de estiércol, así como paja grande, alambres, etc., para evitar daños al rotor y para lograr que el sistema opere eficientemente.

El desperdicio deberá estar flotando para que los sólidos y el sobrenadante pueda ser separado cuando no estén en movimiento.

Después de la zanja de oxidación, debe existir un tanque de sedimentación que permita que el afluente clorificado sea separado, clorado y se pueda descargar en un canal o en una vía natural de agua.

Cuando la zanja de oxidación se encuentre debajo de los alojamientos, se deberá tomar en cuenta la concentración de los sólidos suspendidos volátiles, al operar la zanja en un sistema cerrado, para mantener el proceso activo.

VENTAJAS DE LA ZANJA DE OXIDACION.

- * Es un proceso inodoro, a excepción de cantidades pequeñas de amoníaco y ligero olor a tierra que originan sus componentes.
- * Pueden manejar cargas fuertes repentinas, una vez que el sistema está operando adecuadamente, sin alterar el proceso biológico.
- * La zanja de oxidación es un proceso relativamente económico en costo de instalación.

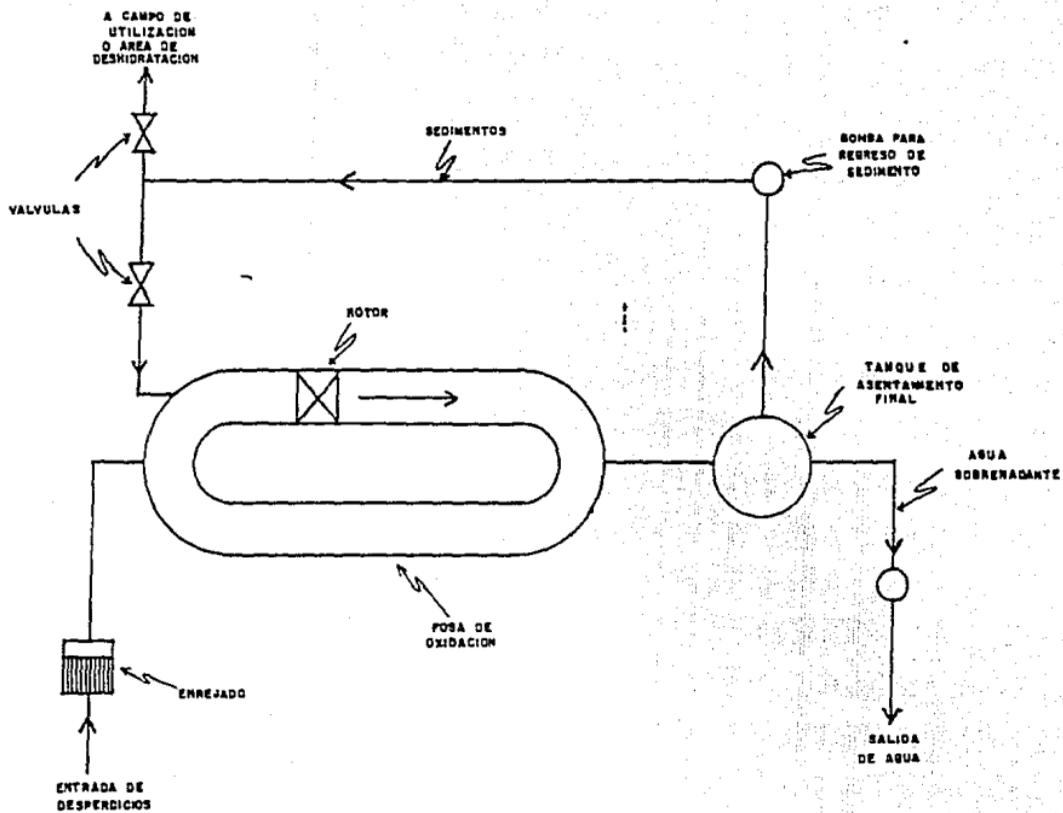


FIGURA 2 DIAGRAMA DE FLUJO Y COMPONENTES DE UNA FOSA DE OXIDACION

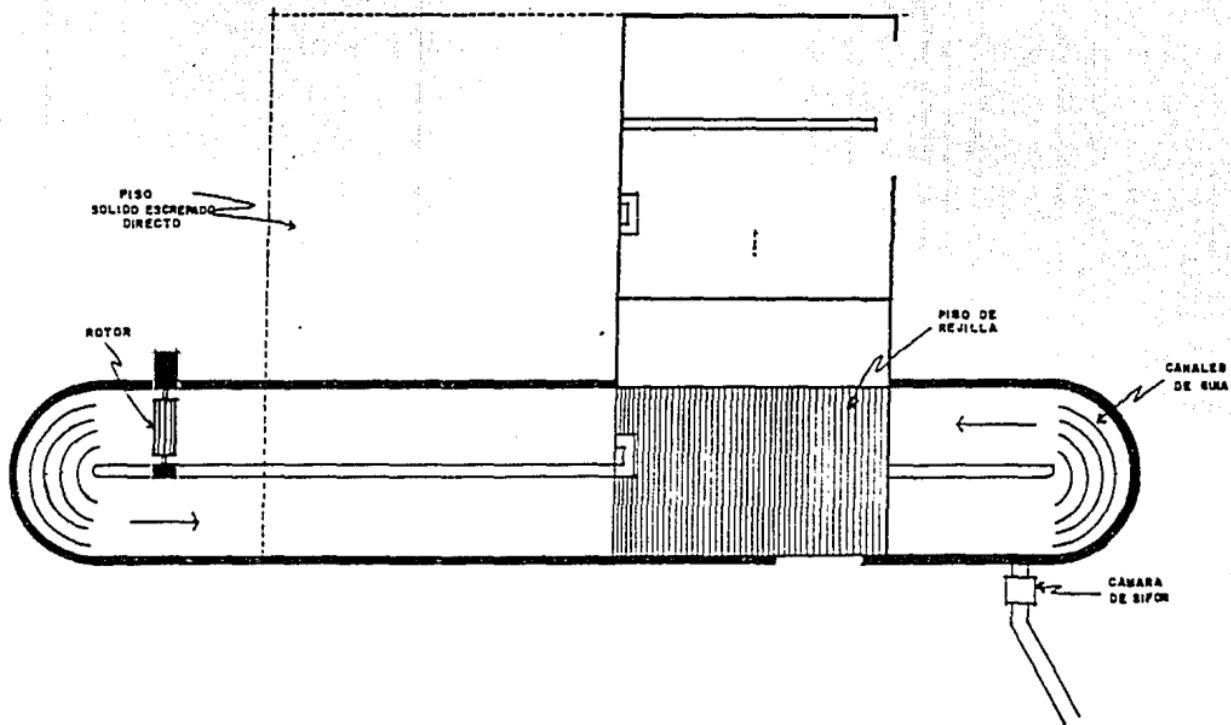


FIGURA 3 FOSA DE OXIDACION (MODELO DE LA UNIVERSIDAD DE MINNESOTA , E.E.U.U. UBICADA EN SU ESTACION DE ROSEMOUNT)

* El proceso se adapta perfectamente al piso ranurado, lo que ahorra costo de mano de obra y elimina bombeo extra (del lugar de producción al lugar de tratamiento).

La zanja de oxidación y la laguna de fermentación son dos formas de tratar el estiércol que, aunque son adecuadas para su buen manejo y obtención de un fertilizante de calidad para los suelos, se pueden sustituir por el manejo del estiércol crudo, es decir, sin ningún tratamiento previo a su uso como fertilizante. Sin embargo, presenta algunos inconvenientes como son la acidificación de los suelos y los riesgos de pérdida del cultivo por mala aplicación, ya sea en forma líquida o sólida.

FORMAS DE APLICACION DEL ESTIERCOL LIQUIDO Y SUS POSIBLES RIESGOS.

a) Su incorporación a través de un arado y una pipa, la cual se debe dejar enterrada a una profundidad no menor de 15 cm. para evitar malos olores y proliferación de insectos. (véase fig. 4)

La limitación de este tipo de aplicación es que únicamente se puede hacer en donde la capa arable sea de un espesor mínimo de 40 cm. En caso de no se obtenga una profundidad de 15 cm., es casi seguro que el cultivo próximo inmediato tenga problemas radiculares.

b) Fumigación por asperción.

Consiste en bombear el estiércol a usarse, a través de tubería, mezclándolo con el agua de riego para poderlo expandir, teniendo como inconveniente su alto costo para su aplicación (véase fig. 5).

c) Irrigación por medio de pipas-tanque.

El material tratado es bombeado a una pipa-tanque, en la cual se transporta este

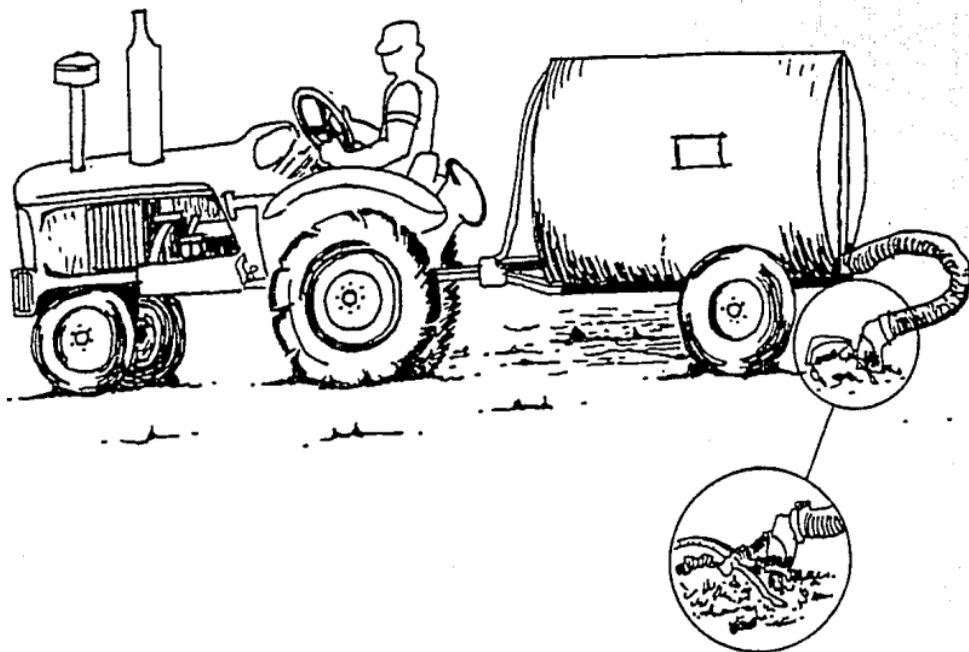


FIGURA 4 INYECCION DE ESTIERCOL POR MEDIO DE ARADO

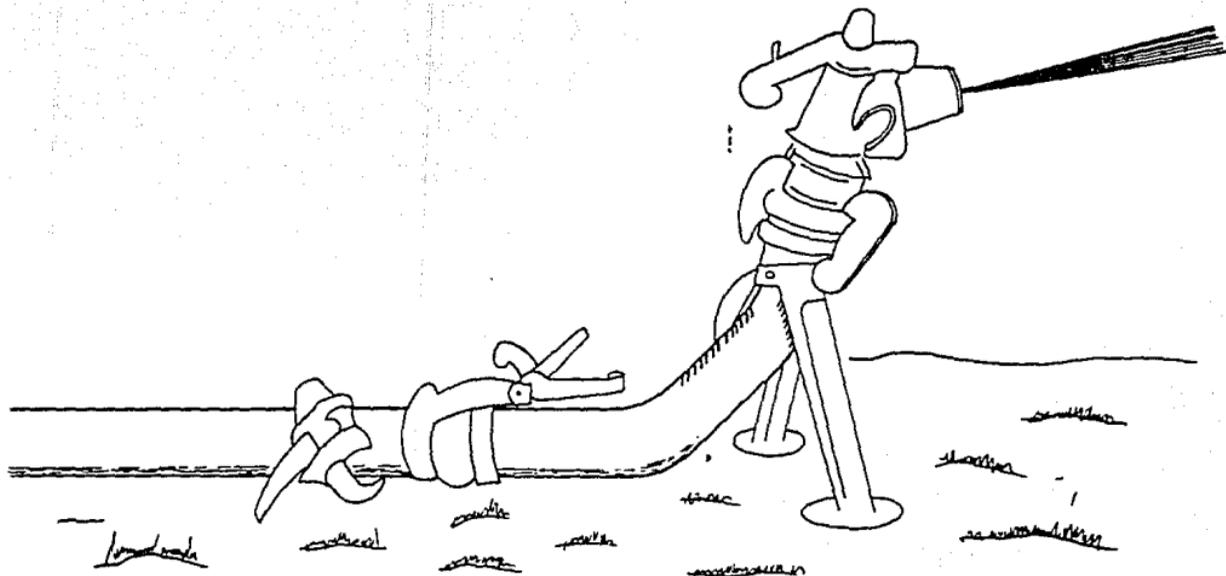


FIGURA 5 IRRIGACION POR ASPERSION

material al campo de aplicación, esparciéndolo en capas muy delgadas. El inconveniente de este método es la dificultad de su aplicación homogénea (véase fig. 6).

Es menester hacer notar que para la aplicación del estiércol en forma líquida, éste debe contar con una humedad mínima del 90%, lo cual nos reflejaría un alto costo para el transporte.

MANEJO DEL ESTIERCOL EN FORMA SOLIDA.

Este manejo se logra transportándolo sin adición de líquidos, directamente del área de proceso y almacenamiento, al lugar de su 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 una carretilla; o por medios mecánicos, a través de una screpa automática (véase fig. 7) o un trascavo, que es un pequeño tractor con una cubeta adaptada en la parte delantera que recoge el estiércol (véase fig. 8)

Una vez recolectado el estiércol, éste se almacena totalmente en el establo con el fin de programar su evacuación y transporte al área de tratamiento. Este almacén temporal deberá tener 0.043 m³ por vaca, por día de almacenamiento. El piso deberá ser de concreto o algún otro material firme, con 2% a 3% de pendiente para permitir un buen drenado de los líquidos propios del estiércol, mismos que serán conducidos al sistema general de drenaje.

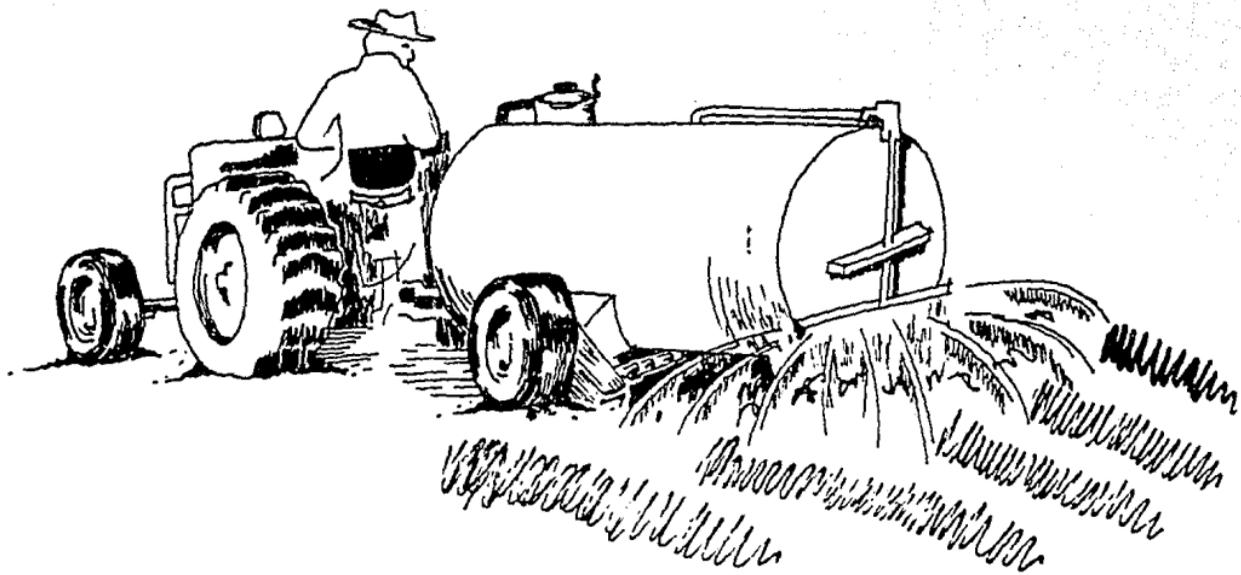


FIGURA 6 IRRIGACION POR MEDIO DE PIPAS TANQUE

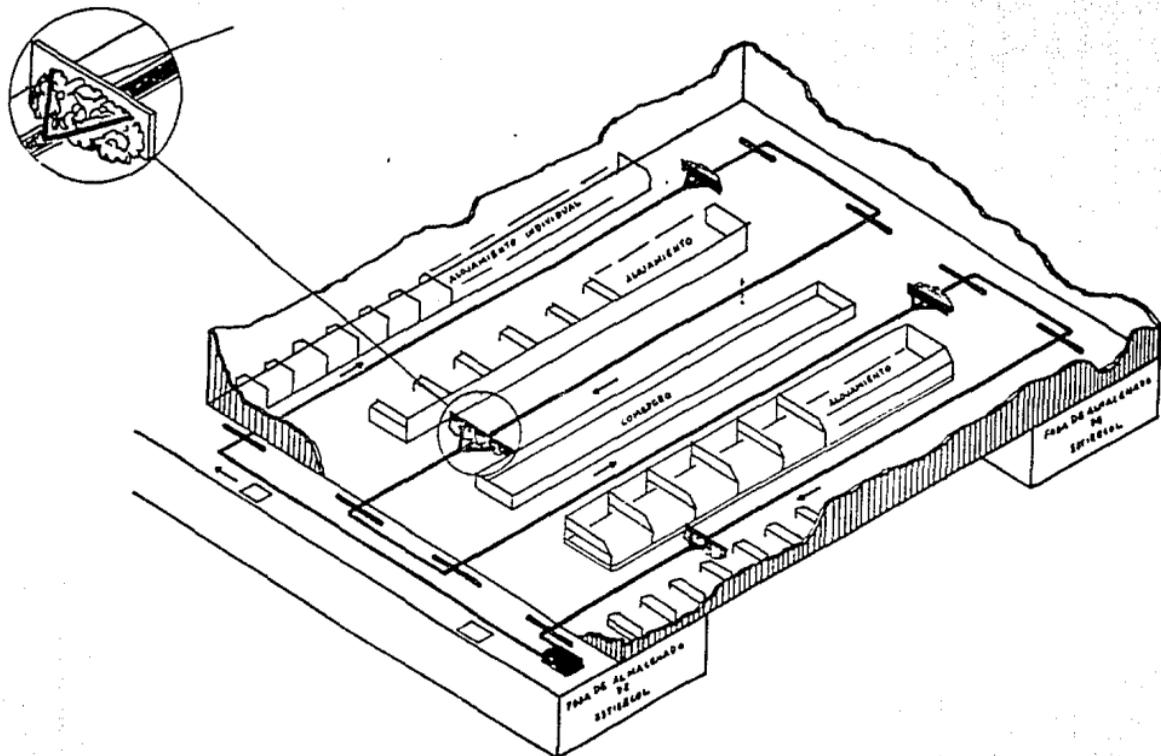


FIGURA 7 ESCRIPA AUTOMATICA

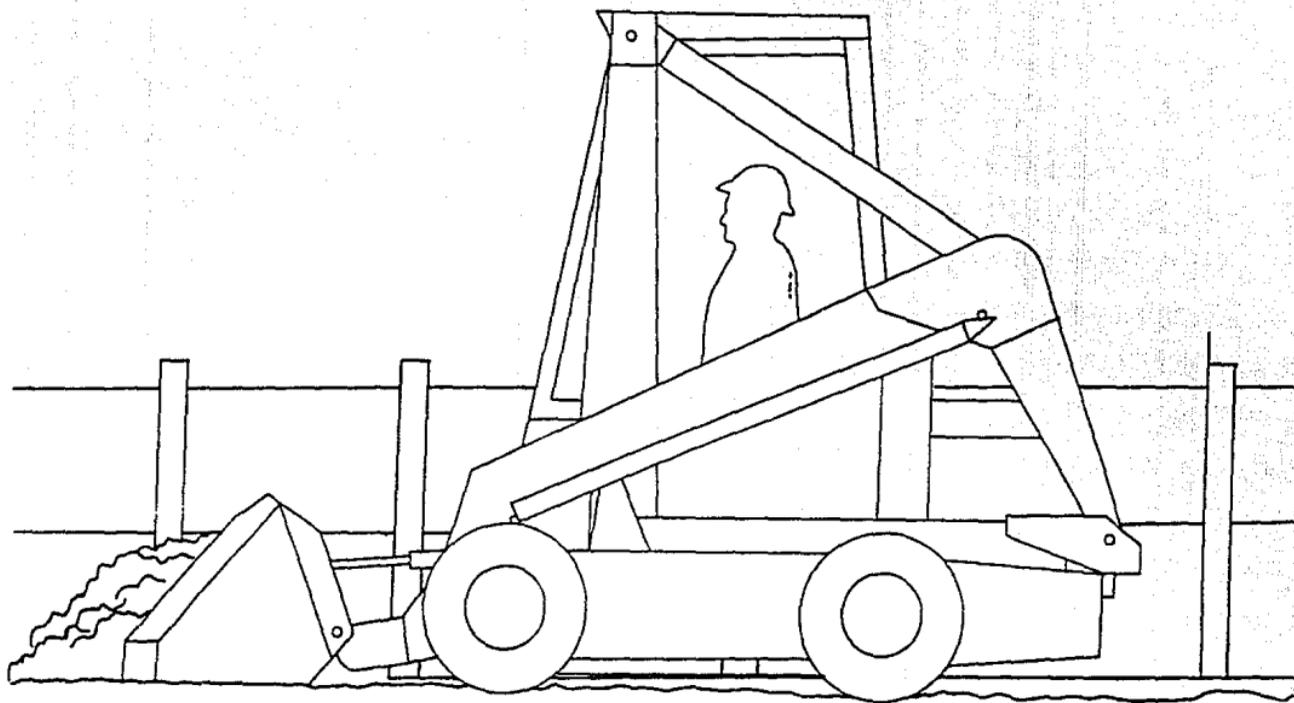


FIGURA 8 TRASCARO

TRATAMIENTO DEL ESTIERCOL PARA OBTENERLO SOLIDO.

- * Secado al sol y viento.

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

El estiércol, por deshidratarse, deberá ser extendido en capas cuyo grosor sea entre 5 cm. y 8 cm., con el auxilio de un tractor provisto de una cuchilla. Una vez colocada la capa de manera 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 repetirlo cuando menos una vez más, para acelerar la deshidratación.

Al secarse la capa de estiércol, será compactada con un rodillo aplanador remolcado por un tractor. En cuanto el estiércol sea compactado, se procederá a aplicar otra capa y para repetir el proceso. Cuando la capa seca alcance 1.00 m. de altura, se deberá formar una pequeña pendiente para evitar encharcamientos que propicien la filtración de agua y la rehidratación del material seco.

Un factor muy importante para impedir la filtración de líquidos y contribuya a la función que desempeña la pendiente, es 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 más, de tal forma que no sea posible introducir la punta de los dedos, y que con una precipitación pluvial de 43 mm., sólo se filtre el agua a un máximo de 20 cm. en la capa de estiércol.

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

En la parte baja de la pendiente del montículo de estiércol seco, es necesario construir un canal para colectar 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 0.39 m² por vaca, por día, aproximadamente, tomando en cuenta que el estiércol se esparce en capas de 7.5 cm., reutilizando el espacio cada 7 días; así mismo, se considerará un 30% de superficie para circulación y drenaje.

* Sistema R.A.M. (Recycled Aerated Manure)

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 a la 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 volúmen a tratar, permaneciendo el estiércol fresco, ya que se interrumpe el proceso, por lo que deberán existir otras áreas iguales para acumular el estiércol y posteriormente, tratarlo. El material tratado puede utilizarse como cama o como fertilizante en el campo. (véase fig. 9)

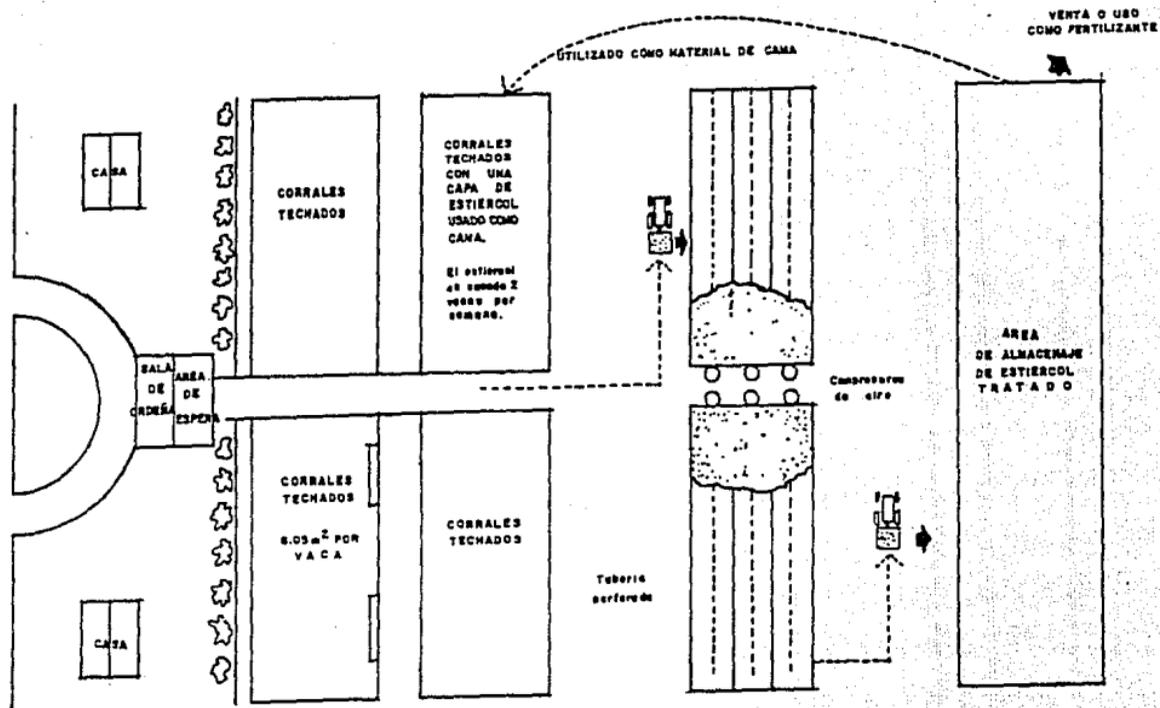


FIGURA 9 SISTEMA R.A.M. (RECYCLED AERATED MANURE SYSTEM)

* Deshidratación de estiércol por Hornos Rotatorios.

Este sistema no ha sido ampliamente utilizado para deshidratar estiércol de bovino, sino que se ha empleado para deshidratar gallinaza, alfalfa, maíz, trigo, muchos alimentos y materiales.

Para llevar a cabo el secado de estiércol en Hornos Rotatorios, es necesario homogeneizarlo añadiendo agua, luego, conducirlo a la cámara del horno que se encuentra dividida en tres secciones por las cuales pasa el estiércol, junto con el aire caliente generado por el horno.

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

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

* Método 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 controlar el proceso.

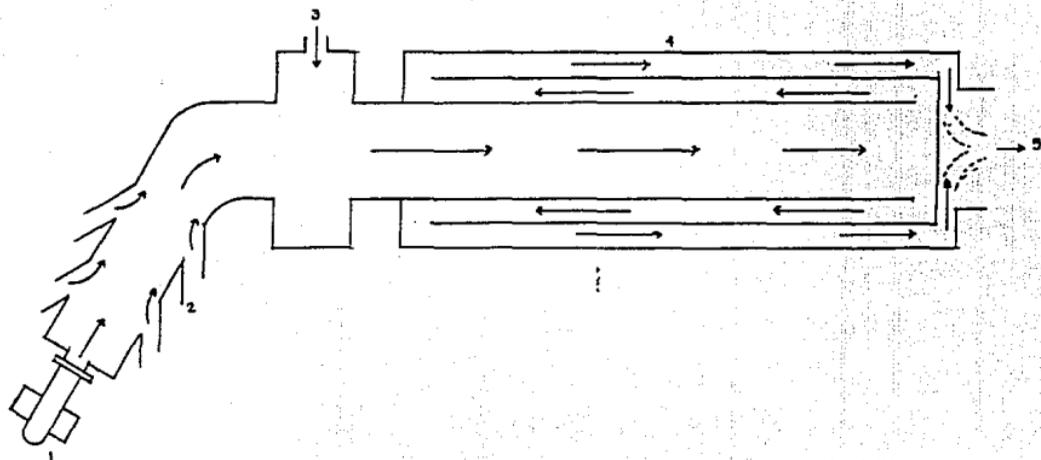


FIGURA 10 DESHIDRATACION DE ESTIERCOL POR HORNO ROTATORIO
 1. Quemador 2. Entradas de aire fresco 3. Entrada de estiércol
 4. Horno rotatorio 5. Salida de material tratado

Dicho proceso consiste en voltear el estiércol en forma periódica, a fin de conservar un equilibrio en la relación humedad-temperatura-sólidos volátiles, que permita la obtención de un producto final con las siguientes características:

- un humus orgánico inodoro,
- no atractivo a roedores, moscas y otros insectos,
- con un contenido de humedad de un 30% a un 35% (este porcentaje de humedad está condicionado a las características ambientales y a la duración del proceso),
- con un PH alcalino del 9.1% al 9.4%,
- con una reducción del 33% de sólidos volátiles iniciales,
- con una temperatura final de 40°.

Se puede considerar un producto exento de elementos patógenos, ya que durante el proceso surge una pasteurización debido a que las temperaturas inicialmente son de 66°.

Para el control de las constantes antes mencionadas, se requiere un volteo diario durante los tres primeros días; un volteo cada tres días, a partir de la segunda semana, hasta concluir el tratamiento. Cabe señalar que la periodicidad de los volteos depende de las condiciones climatológicas. (Véanse fig. 11, 12, 13, 14 y 15)

SELECCION DEL METODO PARA EL TRATAMIENTO DEL ESTIERCOL DE LA CUENCA LECHERA EN TIZAYUCA, HGO.

El tratamiento del estiércol en forma líquida se descarta por las siguientes razones:

- 1) La necesidad de transporte se incrementa de un 160% a un 180%, desde la planta procesadora hasta el fin último del estiércol, siendo éste el sistema de riego 03,

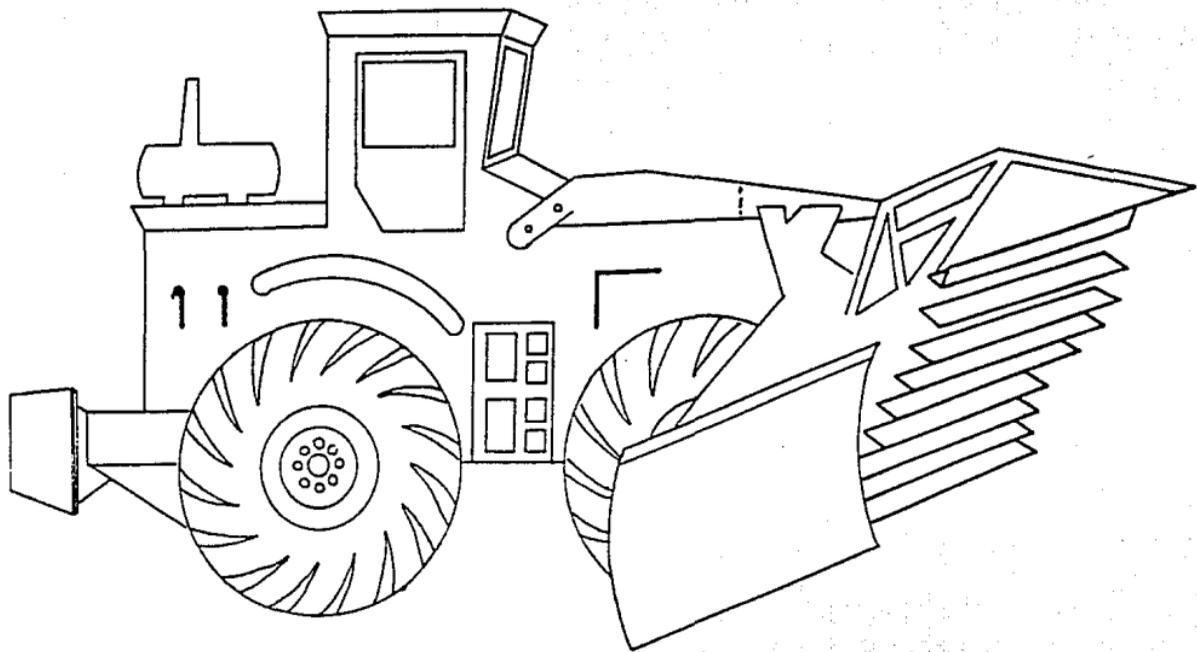


FIGURA II TEREX - COBEY COMPOSTER

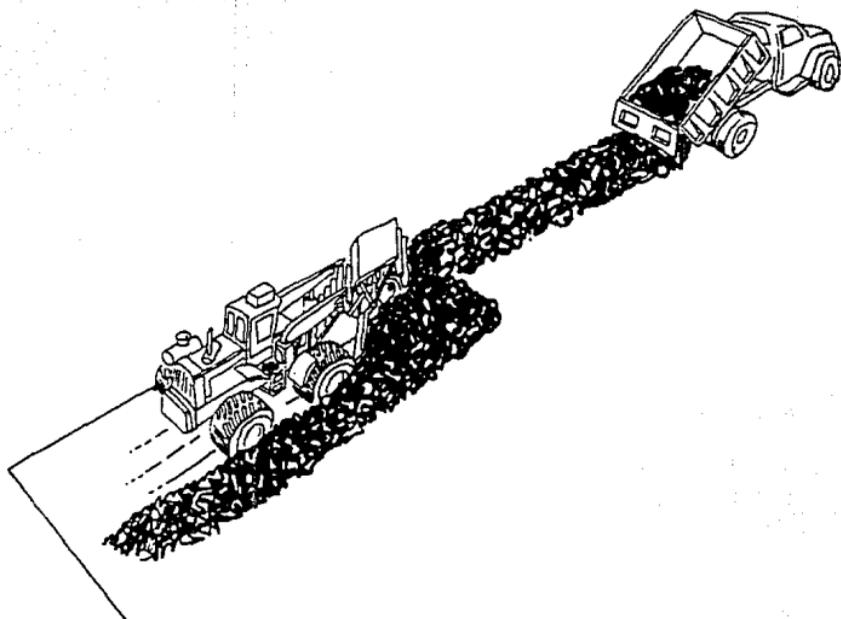


FIGURA 12 SE DESCARGA EL ESTIERCOL EN HILERAS DE 120m. o 135m. DE ALTO. UNA VEZ HECHO ESTO EL TEREX COBEY COMPOSTER PROCEDERA A VOLTEAR EL ESTIERCOL Y COLOCARLO EN UNA HILERA PARALELA A LA ORIGINAL .

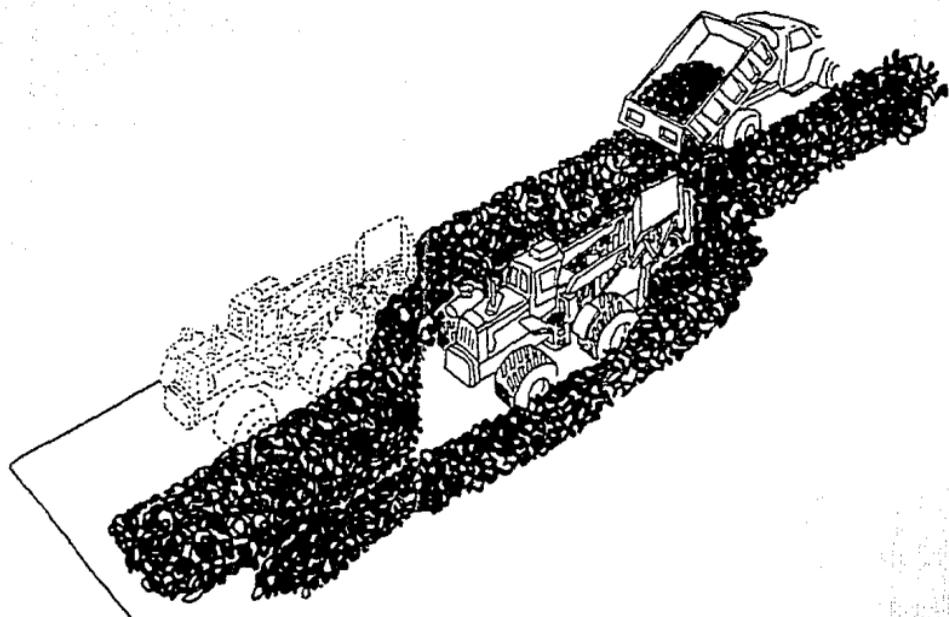


FIGURA 13 SE COLOCA UNA HILERA DE ESTIERCOL EN EL LUGAR DONDE SE COLOCO LA PRIMERA HILERA Y UNA VEZ QUE EL TRACTOR HA NOVIDO TODA LA HILERA ORIGINAL, ESTE PROCEDERA A MOVER LA SEGUNDA HILERA, COMO LO NUESTRA EL TRACTOR PUNTEADO.

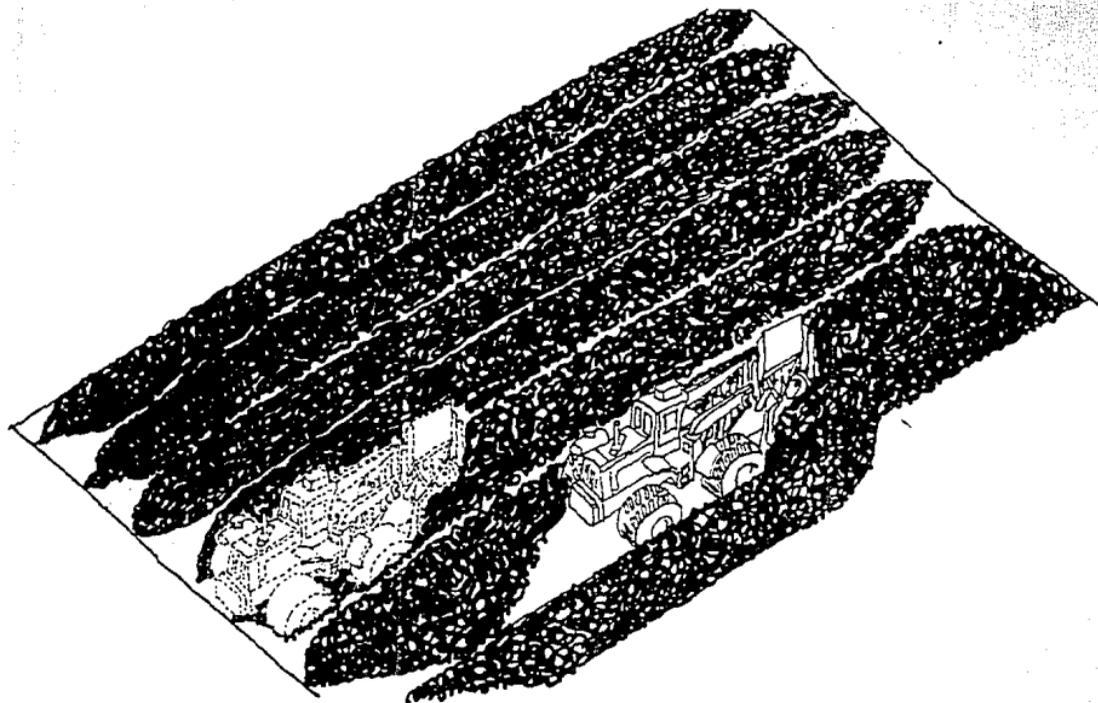


FIGURA 14 AL CONCLUIR LA OPERACION DEL TRATAMIENTO, EL ESTIERCOL SE DEPOSITARA EN UN AREA DE ALMACENAMIENTO O SE TRANSPORTARA A UNA PLANTA DONDE SE LE PASARA POR OTROS PROCESOS PARA SER PUESTO A LA VENTA .

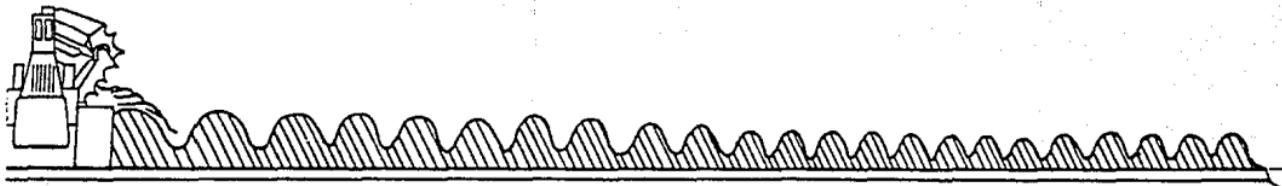


FIGURA 15 EN ESTA LAMINA SE OBSERVA UN CORTE VERTICAL QUE INDICA QUE EL ESTIERCOL CONFORME AVANZA SU TRATAMIENTO, AUMENTA SU DENSIDAD.

cuya distancia promedio es de 95 km., lo cual representa un incremento notorio en el precio del estiércol tratado.

2) La necesidad de agua para procesar el estiércol de 31.423 cabezas, es de 98,039.76 metros cúbicos, es decir, un promedio de 3.12 m³ por cabeza.

El suministro de esta cantidad de agua resultaría verdaderamente difícil, ya que el Valle de Tizayuca se encuentra situado en una zona vedada para la perforación de pozos acuíferos, puesto que las perforaciones afectarían al gasto en los pozos de alimentación del Distrito Federal.

3) Se corre el riesgo de que se produzcan filtraciones, contaminando los mantos acuíferos que proveen en el D.F.

En la Cuenca Lechera, el manejo del estiércol sólido no es factible porque el lugar de almacenamiento es bastante reducido y no da tiempo de que éste se seque, para ser tratado.

Dentro del tratamiento sólido, es decir, con un 35% de humedad máxima, descartamos el sistema de secado al sol y viento porque la cuenca se encuentra en una zona donde la precipitación pluvial es de 600 mm. al año, por lo que se perdería mucho tiempo en lograr su secado óptimo durante los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, representando éstos la tercera parte del año, reflejándose esto en el costo del estiércol.

También se descartan los métodos de aire inyectado y el horno rotatorio, ya que implican una infraestructura inicial bastante costosa y compleja, debido a la cantidad de estiércol que la cuenca produce, siendo ésta de 1,178.35 ton. diarias.

Analizando todas las características de la Cuenca Lechera y de nuestra planta procesadora, se propone la conveniencia de la utilización del método Terex-Cobey, porque la inversión inicial puede resultar nula debido a que el equipo a emplearse es relativamente común, y se puede rentar en la cantidad necesaria en base a su rendimiento, y cuyos gastos pueden ser sufragados de inmediato por los consumidores (agricultores del sistema de riego 03).

C A P I T U L O I I I
PLANEACION DE LA PLANTA PROCESADORA

Para la planeación de la Planta Procesadora de la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hgo., se cuenta con los siguientes datos:

- 1) En la zona de la cuenca, se tiene una precipitación pluvial de 600 mm. al año, lo que nos indica que el drenaje de la planta debe ser muy eficiente, razón por la cual se propone que dicha planta se construya en donde se tenga una pendiente de por lo menos un 5%, y no más del 8%, para evitar que se erosione.
- 2) Los camiones de acarreo de la cuenca a la planta, son de 8 ton., ó 7 m³ de capacidad, lo cual nos da un diámetro de 2.70 m. en su descarga, y una área de 4.24 m².
- 3) El proceso durará en promedio, 35 días a partir del día en que llegue el estiércol, al día en que se distribuya.
- 4) Se requiere de una superficie total de 21,863.76 m² y una longitud mínima de 397.68 ml., debido a que el gasto diario es de \$1,178.35 ton., y a la duración del proceso. Siendo que 1,178.35 ton. diarias, entre 8 ton. por viaje, nos dan 147.29 viajes por 2.70 m. de diámetro, por viaje, resultando una área de 4.24 m², que multiplicada por 147.29 viajes, nos da un total de 624.67 m² diarios, durante 35 días de proceso.
- 5) El estiércol ya tratado, disminuye en un 20% de volúmen.

Una vez expuestos todos los requerimientos de la planta, se procede a la localización del terreno más apropiado para su construcción, en cuanto a su distancia a la cuenca lechera, orientación, costo, etc. (véase fig. 16)

En este terreno se cuenta con la pendiente requerida y el drenaje necesario. En cuanto a costo, se consideró el más económico de la región, ya que actualmente no tiene utilización alguna (véase fig. 17).

El terreno se encuentra dentro de la distancia que se contempla en el costo que los estableros pagan para la limpieza de sus establos, por lo que el costo de acarreo del estiércol, de la cuenca lechera a la planta procesadora, es nulo debido a lo que nuestro costo de proceso se inicia a partir de la llegada del estiércol a la planta procesadora.

Otro aspecto importante que se contempla para la localización de la planta, es el acceso, que cuenta con un camino de terracería accesible durante todo el año.

Finalmente, una ventaja más del terreno propuesto, es la orientación, ya que, como se muestra en el croquis de localización, la Ciudad de Tizayuca, Hgo. y la zona industrial se encuentran al norte de la planta, y los vientos dominantes soplan del norte, éstos alejarán cualquier tipo de olores y de insectos de la Ciudad y de la zona industrial.

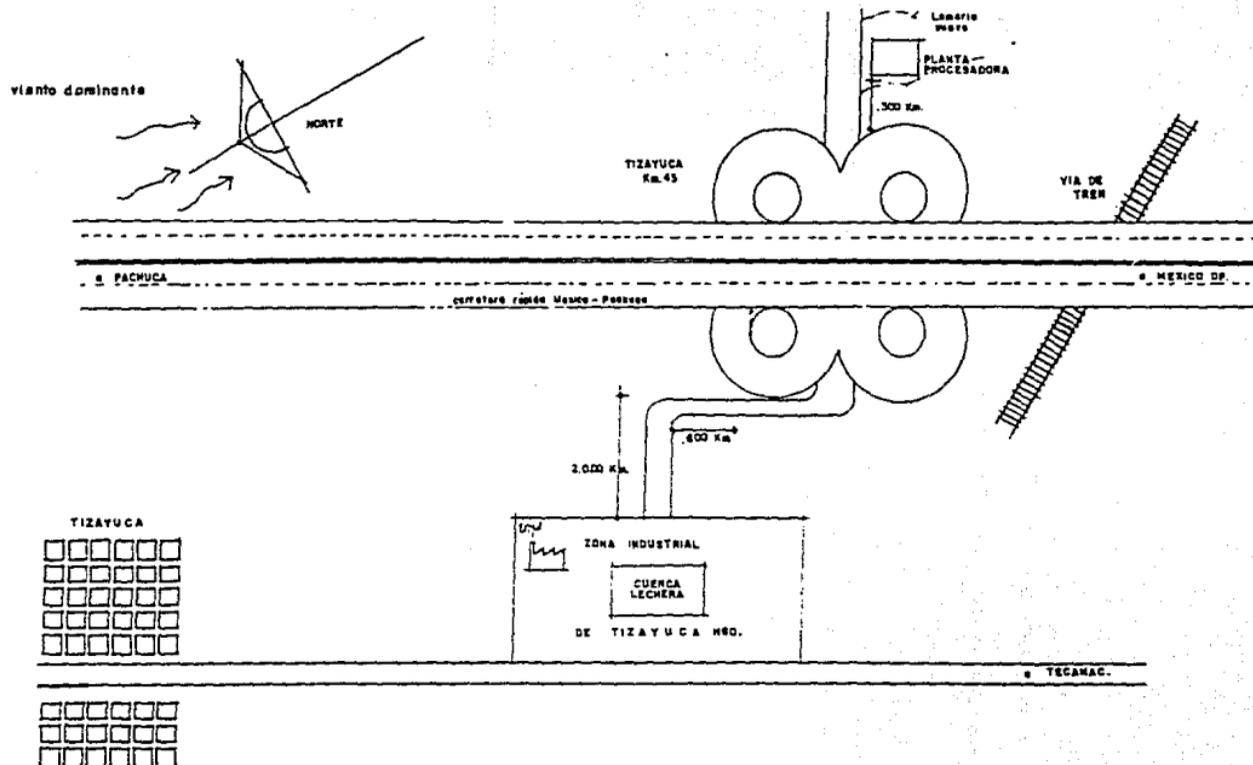


FIGURA 15 LOCALIZACION DE LA CUENCA LECHERA Y PLANTA PROCESADORA DE ESTIERCOL DE TIZAYUCA HGO.

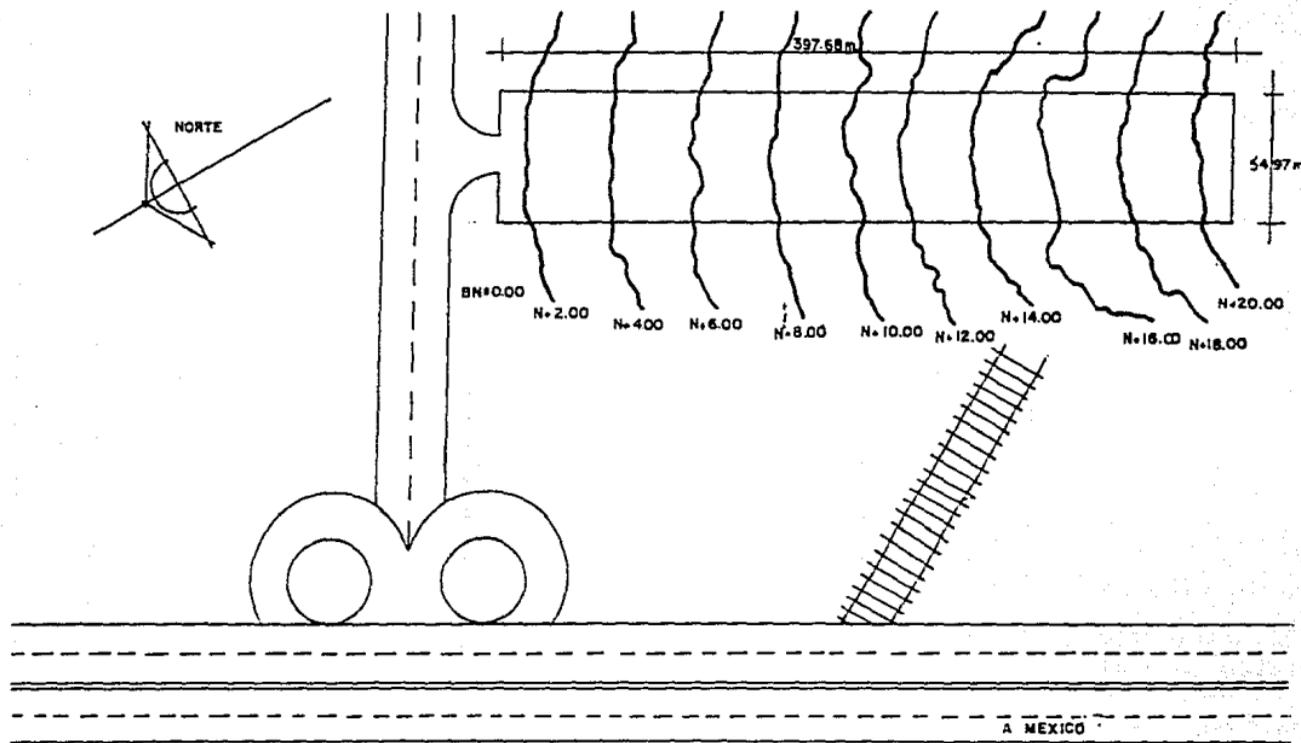


FIGURA 17 LOCALIZACION Y LEVANTAMIENTO DE LA PLANTA PROCESADORA

C A P I T U L O I V

SELECCION DEL EQUIPO

Para lograr una selección óptima del equipo, es necesario conocer con precisión la cantidad de material que se removerá, cargará, acarreará e incorporará a la tierra.

Estos factores se han analizado por separado, puesto que para cada uno de ellos se utilizará maquinaria específica y distinta.

1) MATERIAL A REMOVER.

Legarán a la planta 1,178.35 ton. diarias de estiércol, convertidas en m^3 a razón de 0.945 ton./ m^3 , proporcionando un ingreso diario de 1,113.54 m^3 .

Otros aspectos que debemos considerar para el cálculo del material a removerse, es la disminución en el volúmen y el peso del material, por la pérdida de humedad, que sufrirá una disminución hasta del 20%. Esto quiere decir que la cantidad de volúmen al final del proceso será de 890.94 m^3 diarios.

En lo que se refiere a la pérdida de peso por la disminución de humedad, que va del 90% ó 95% al 30% ó 35%, provocando una disminución de 0.63 ton. por metro cúbico original, quedando al final del proceso 280.61 ton. diarias.

Habiendo analizado por completo el material a removerse, se seleccionará el método Terex Cobey. Se considerarán el peso y el volúmen promedio, ya que éstos tendrán una transformación en forma lineal, durante todo el proceso. Esto quiere decir que el peso promedio a usarse es de 630 kg/ m^3 y el volúmen promedio a usarse es de 1,002.19 m^3 de ingreso y egreso diario.

Ahora se analizará, según el requerimiento del estiércol, cuántos m^3 se removerán diariamente:

- a) Los primeros tres días se hará un volteo diario, es decir, se voltearán $3,006.57 m^3$ al día.
- b) Los 32 siguientes días del proceso, se hará un volteo cada 3 días. Se voltearán 12 silos, cada silo de $1,002.19 m^3$, siendo un total de $12,026.28 m^3$, en la segunda parte del proceso.

Sumando ambas partes del proceso, se obtienen $15,032.85 m^3$ a voltearse diariamente.

Según especificación del fabricante del Terex Cobey, se requiere una máquina de 110 Hp. para lograr un rendimiento hasta de $2,200 m^3/hr.$ de trabajo.

Otro aspecto que se consideró para la elección de Terex Cobey, fué el análisis de las características para las que este método fue construido: las condiciones de trabajo, que son óptimas, y el material, que tiene mayor maniobrabilidad que la grava.

2) MATERIAL A CARGAR.

La cantidad de material a cargarse está totalmente definido, por lo que se tendrá un gasto diario constante, debido a la transformación que sufre durante todo el proceso.

En cuanto a volumen se refiere, se cargarán $890.24 m^3$, según se analizó en el inciso anterior. En cuanto a peso, se cargarán 315 kg., es decir, se cargarán 280.62 ton. diariamente.

Según especificaciones del fabricante, con un cargador frontal de 60 Hp. y capacidad de cucharón de 2.5 m^3 , se cumple con las necesidades de la planta procesadora. Aunque para un cargador de esa capacidad no es usual un cucharón tan grande, en este caso específico, es válido ya que el peso que levantará es de 787.50 kg. y el cargador propuesto tiene una capacidad de levante hasta de 1,300 kg.

3) MATERIAL A ACARREAR.

El material acarreado será el mismo que el cargado, tanto en volúmen como en peso, por lo que se propone usar camiones dentro de carretera, con una capacidad de 3.5 ton. y una caja de 10 m^3 .

Por la distancia a recorrer, que es de 80 km. promedio, desde la planta procesadora hasta el sistema de riego 03, sería recomendable el uso de trailers, con mayor capacidad de carga, para abatir los costos. Sin embargo, se descarta este tipo de vehículos por las dimensiones que éstos representan, de donde su maniobrabilidad y acceso a gran parte del sistema de riego 03 sería imposible (los accesos y el tamaño de las milpas son, en algunos casos, de pequeñas dimensiones).

4) MATERIAL A INCORPORAR.

En este aspecto, se descarta la cantidad de volúmen, ya que las recomendaciones agrícolas indican el uso de 60 ton. por hectárea. Debido a esto y al tamaño promedio de las milpas, se propone la utilización de 2 tractores agrícolas de 80 Hp., equipados con arados de 3 discos, con lo cual se logrará un rendimiento de 1 disco por hectárea, por jornal.

C A P I T U L O V

COSTO DEL ESTIERCOL PROCESADO E INCORPORADO

En este capítulo se obtendrá el costo del estiércol ya tratado y puesto en la planta procesadora, el costo de acarreo al sistema de riego 03, basándose en el costo por km., y el costo de carga a los camiones, con el objeto de cargar el estiércol, distribuirlo y venderlo de la mejor manera.

Estos costos surgen en base al costo-horario de la maquinaria a utilizar, que en este caso será:

- un Terex Cobey,
- un cargador frontal,
- camiones dentro de carretera,
- 2 tractores agrícolas,

observando con precisión el rendimiento que logren las máquinas en el desempeño de su trabajo.

a) Costo del estiércol ya procesado, es decir, que cuente con un 30% ó 35% de humedad, con un peso de 315 kg/m^3 , y que haya logrado una pasteurización adecuada.

Como se dijo en el capítulo anterior, se utilizará un Terex Cobey Composter de 110 Hp., el cual tiene un rendimiento de $2,200 \text{ m}^3/\text{hr.}$, aunque considerando que las horas efectivas de trabajo son de 55 min., el rendimiento real será de $16,133.33 \text{ m}^3/\text{hr.}$ Una vez obtenido el rendimiento real y el costo-horario, se procede a obtener el precio por tonelada (véase fig. 18).

La producción diaria será de 280.61 ton., que dividida entre el costo diario de la ma-

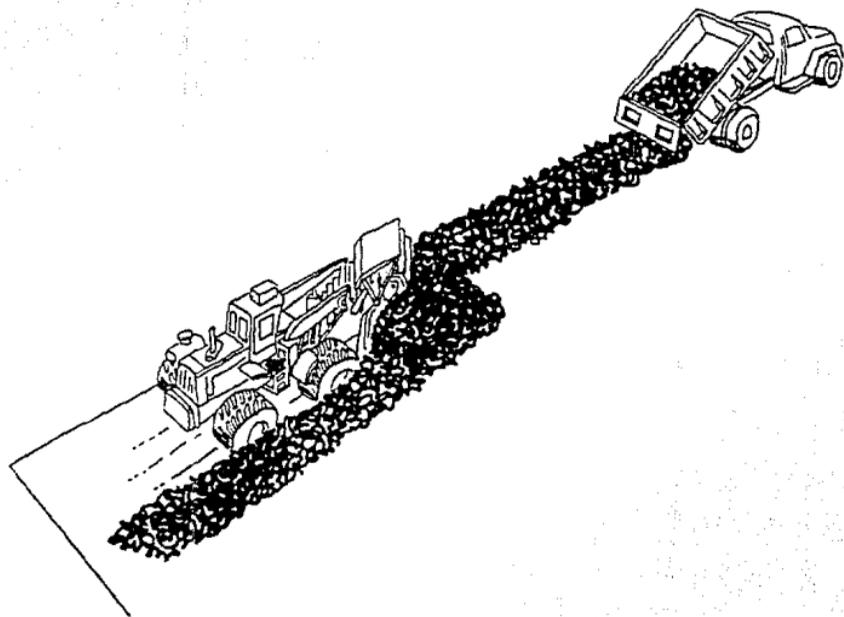


FIGURA 18 PROCESO DEL ESTIERCOL

quinaria, que es de \$384,775.23, nos da un precio por tonelada de \$1,371.21 (véase fig. 19)

b) Costo por tonelada de carga, de los vehículos que transportarán el estiércol a su destino final, ya sean éstos de particulares o proporcionados por la planta.

Se cargarán 280.61 ton. diariamente, siendo el costo diario del cargador de \$267,729.28 obteniendo un costo por tonelada de \$945.09 (véanse fig. 20 y Anexo No. 3).

c) Traslado de la planta procesadora al sistema de riego 03, en base al kilometraje que recorrerá, así como las maniobras de carga y descarga.

El costo-horario es de \$20,052.62 (véanse fig. 20 y Anexo No. 4)

Ahora se analizan los tiempos antes mencionados, para obtener el costo del primer km.:

CARGA -----	5 minutos
DESCARGA -----	10 minutos
TIEMPO RECORRIDO EN KM. ---	3 minutos

La sumatoria del tiempo en el primer km. es de 18 min. y su costo es de \$6,015.78, los kilómetros subsecuentes, tomando una velocidad promedio de 50 km/hr. en su recorrido, tendrán un costo de \$405.05 (véase fig. 21).

El costo por tonelada en el primer kilómetro, tomando en cuenta los viajes de 10 m^3 , con un peso de 0.315 ton./m^3 , es de \$1,909.77. En los kilómetros subsecuentes, con la misma capacidad de carga, se tiene un costo de \$127.31 por tonelada.

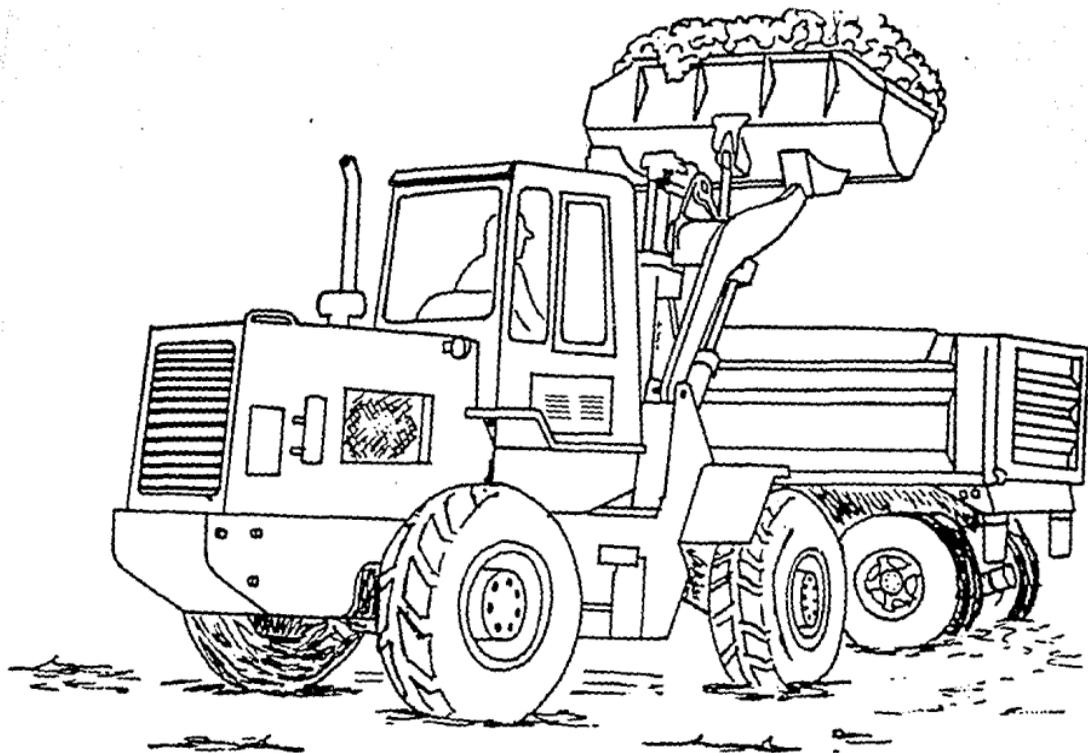


FIGURA 19 CARGA DEL MATERIAL PROCESADO

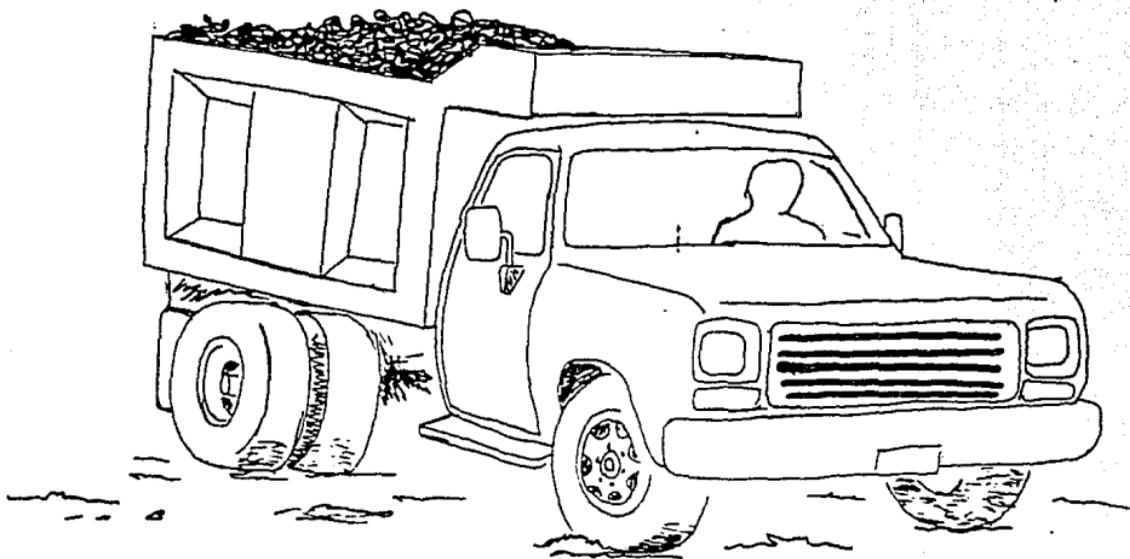


FIGURA 20 ACARREO DEL MATERIAL AL SISTEMA DE RIEGO 03

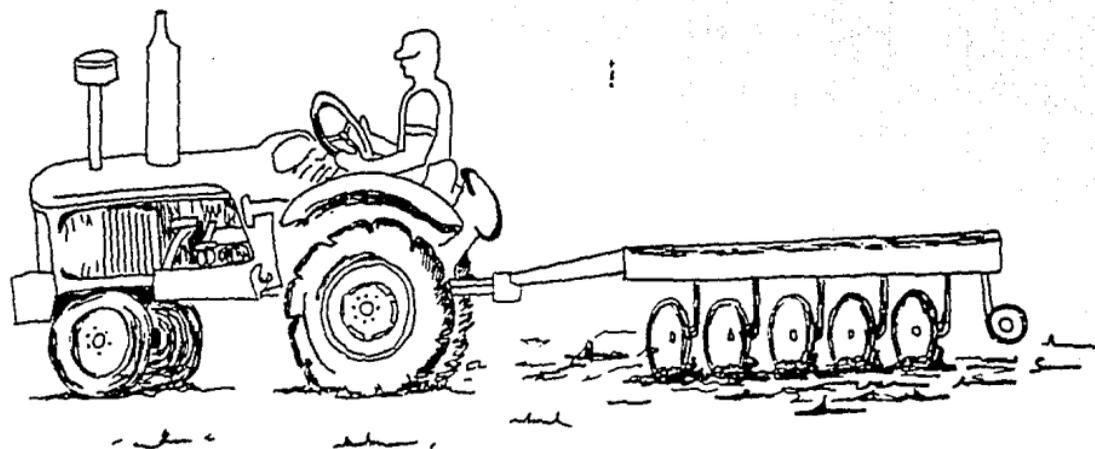


FIGURA 21 INCORPORACION DEL ESTIERCOL PROCESADO A LAS TIERRAS DEL SISTEMA DE RIEGO 03

d) Costo de la incorporación del estiércol procesado a la tierra.

Para obtener la producción diaria de la cuenca, se propusieron 2 tractores de 80 Hp. con arados de 3 discos, con lo cual obtendremos un rendimiento de 1 disco/ha./día nominalmente. Sin embargo, considerando que las horas efectivas de trabajo son de 55 min., tendremos un rendimiento real de 0.916 ha./disco/día (véanse fig. 21 y Anexo No. 5).

Teniendo un costo por hora de \$20,621.41, multiplicado por 8 hrs. de trabajo diario, nos da la cantidad de \$164,971.28, que dividida entre 2.33 hectáreas por día, obtenemos un precio de \$70,803.12, que dividiéndolo entre 60 ton./ha., dará un costo por tonelada de \$1,180.05

Una vez obtenidos los costos, independientemente uno del otro, podremos obtener un costo promedio de fertilización, proponiendo una distancia promedio de 80 km., de la planta procesadora al centro del sistema de riego 03.

1. COSTO DEL ESTIERCOL TRATADO.

Se tiene un costo-horario del Terex-Cobey de \$48,096.93, que multiplicado por 8 hrs. de trabajo da un costo de \$384,775.44, y dividiendo dicho costo entre la cantidad de estiércol que se producirá, que es de 280.61 ton./día, tendremos un costo por tonelada de \$1,371.21

2. COSTO DE CARGA.

El costo del cargador frontal es de \$33,466.16/hr., que multiplicado por 8 hrs. de -

trabajo arroja un costo de \$267,729.28, que dividido entre 280.61 ton. que cargará diario, nos da un costo de \$954.09/ton.

3. COSTO DE ACARREO.

Para este costo se está proponiendo una distancia promedio de 80 km., que es la distancia aproximada del Distrito de riego 03 a la planta procesadora, tomando en cuenta dos precios:

- costo del primer kilómetro,
- costo de los kilómetros subsecuentes.

Como se analizó anteriormente, el tiempo de maniobra y de recorrido del primer kilómetro es de 18 min. Si el costo por hora de los camiones es de \$20,053.63, tenemos un costo de \$6,015.78 para el primer kilómetro, y un costo de \$401.05 para los kilómetros subsecuentes, suponiendo una velocidad promedio de 50 km./hr.

Una vez que hemos obtenido los costos por km., para analizar el costo por tonelada, es necesario tomar en cuenta que se recorrerán 79 km. con un costo de \$401.05, esto nos da un costo de \$31,682.95 al que se debe agregar el costo del primer km., que es de \$6,015.78, para obtener un total de \$37,698.87. Si dividimos este precio entre 10 ton./viaje, nos da un costo total de \$3,769.88/ton. puesto el estiércol en su destino final.

4. INCORPORACION A LA TIERRA.

Sumando los costos de proceso, carga y acarreo, no da un total de \$6,095.17/ton. de estiércol puesto en su destino final.

En seguida, agregaremos el costo de incorporación del estiércol a la tierra, para conocer el precio por hectárea. Sabemos que la cantidad mínima recomendable de estiércol por hectárea es de 60 ton., lo cual representa un costo de \$365,710.20, más el costo de la incorporación que es de \$70,803.12, a razón de \$20,621.00 por hora, del tractor con un arado de 3 discos, el cual tiene un rendimiento de 2.74 ha./día, por lo cual la cantidad producida de estiércol y el rendimiento del tractor, así como el de la maquinaria, nos darán una capacidad de abono diario de 4.67 hectáreas.

Después de analizar todos los costos, se obtendrá el costo final por hectárea:

\$ 365,710.20 Tratamiento, carga y acarreo.

\$ 70,803.12 Incorporación a la tierra.

\$ 436,513.32 / ha.

Si a esta cantidad agregamos el costo de la materia prima, que es de \$1,800.00/ton. original, tendremos un gasto diario de \$589,175.00, que dividido entre 4.67 ha. diarias, nos da un precio por hectárea de \$125,977.00, obteniendo finalmente un gran total de \$562,490.65 por hectárea.

C A P I T U L O V I

RENTABILIDAD Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

A continuación se muestran los beneficios más importantes que se obtendrán con el tratamiento del estiércol en el Valle de Tizayuca, en el Estado de Hidalgo, y con la aplicación del sistema de riego 03.

El Valle de Tizayuca logrará evitar problemas de contaminación, y el sistema de riego 03 podrá restaurar los suelos fértiles, los cuales han sufrido transformaciones radicales en su textura, su fertilidad, y por consecuencia, en su rendimiento, sin descartar el uso abundante, y en ocasiones excesivo, de fertilizantes químicos para obtener dos o hasta tres cosechas al año, haciéndose notar con esto, que la explotación del sistema de riego 03 es intensiva. De aquí que se plantea la hipótesis de conservar e incluso mejorar las tierras con el uso de estiércol producido en la cuenca lechera de Tizayuca, Hgo.

En cuanto a la factibilidad del proyecto, el aspecto primordial a considerar es la obtención de la materia prima, que en nuestro caso, no causa dificultad alguna para su obtención debido a que en la región de Tizayuca esta propiciando problemas ecológicos serios, como son la producción de olores, insectos, roedores y gases, lo cual se eliminará dándole un tratamiento adecuado.

En segundo lugar, se debe analizar la constancia que se tendrá para proveer de materia prima a la planta procesadora; en este aspecto no existirá ningún problema puesto que la producción de estiércol es diaria.

Otros aspectos que debemos considerar, son las variantes que pueden existir en la calidad de la materia prima, los posibles competidores para la obtención de la materia prima y la capacidad de consumo de nuestros clientes potenciales.

Por lo que respecta a la calidad, se puede considerar homogénea durante todo el año; en cuanto al contenido orgánico, ya que la alimentación de las vacas es controlada y proporcionada por los servicios de nutrición de la cuenca, la única variante que podemos encontrar es el porcentaje, sin alterar éste en nada al producto.

Refiriéndonos a la posible competencia para la obtención de la materia prima, esto es que exista otro uso para el estiércol, como podría ser la producción de gas para combustible, el aprovechamiento para la alimentación animal, o incluso, su uso como fertilizante en la zona de Tizayuca, el primer uso no sería competitivo ya que el costo de producción es más elevado que el gas butano. Como fertilizante en la zona de Tizayuca, no podrían competir los agricultores de esa zona con los del sistema de riego 03 debido a que esta zona es de temporal y los beneficios en costos serán irredituables. Quedando como última opción el aprovechamiento para complementarlo en el alimento animal.

Por último, en cuanto a la capacidad de consumo, es decir la demanda que se tendrá, no existirá problema alguno puesto que el sistema de riego 03 cuenta con 15,000 ha. y se obtendrá un volumen de producción diaria de 350.76 ton., que dividida entre 60 ton./ha., que es el mínimo recomendable, se logra una fertilización de 4.85 ha./día.

En este trabajo de tesis no se estudiará la rentabilidad económica, debido a que existe una serie de posibles factores imponderables, propiciando que los resultados que se obtengan sean totalmente falsos, por ejemplo:

a) TIPO DE COSECHA.

En el sistema de riego 03 se pueden encontrar varios tipos de siembra como son forrajes, gramíneas, y legumbres entre otros, variando éstos en requerimiento de la tierra.

b) TIPO DE SUELO.

Encontramos también, gran variedad de suelos como son los arcillosos, arenosos, arcillo-arenosos, y areno-arcillosos, principalmente, actuando el estiércol de diferente manera en cada uno de estos suelos.

c) VARIACIONES EN EL CLIMA.

Esto es granizadas, heladas, lluvias, sequías, etc., que hacen variar la producción y, en consecuencia, la cantidad de dinero a producir.

d) TIPO DE RIEGO.

Por lo económico del agua, existen terrenos que son inundados en cada riego. Existen terrenos que son regados con láminas de agua desde 50 cm. hasta 5 cm., por lo que las concentraciones de productos químicos, sulfatos y materia orgánica, varían enormemente. Si a esto se le agrega que existen terrenos que son regados con agua de pozo y aguas negras, los factores contaminantes y los fertilizantes varían considerablemente.

CONCLUSIONES

Bajo los cultivos constantes a los que está sometido el sistema de riego 03, nuestros suelos están perdiendo materia orgánica más rápido de lo que ésta puede ser reemplazada, con la rotación de cultivos o con riegos de agua negra. Si a esto le agregamos el aumento de alcalinidad en los suelos, y por consecuencia, su menor producción, es vital la urgente recuperación de los suelos, por medio de materia orgánica, mediante la incorporación de estiércol tratado.

El uso de estiércol vacuno debidamente tratado, es totalmente recomendable como fertilizante y mejorador de suelos, ya que proporcionará, aunque no en una cantidad considerable, los elementos básicos como son el nitrógeno (30%), el fósforo (20%) y el potasio (10%).

Para lograr una fertilización adecuada y completa, es necesario reforzar el abono con superfosfato por tres razones fundamentales:

- 1) Para reducir las pérdidas de nitrógeno, como amoníaco.
- 2) Para elevar el porcentaje de fósforo en el abono, a fin de convertirlo en un fertilizante mejor equilibrado.
- 3) Para aumentar la eficacia de la utilización del fósforo en suelos que tienden a absorberlo.

En cuanto a la maquinaria, podemos considerar que no existe dificultad para su adquisición, que es totalmente recuperable para la inversión, por lo que la construcción de la planta procesadora es factible.

En cuanto al costo del estiércol ya tratado, cargado, acarreado e incorporado a la tierra, en comparación con los beneficios productivos agrícolamente hablando, no es gravoso. Sin embargo, su costo se puede abatir debido a que los forrajes que proveen a la cuenca lechera, son del sistema de riego 03. También los fletes podrían abatirse considerablemente ya que los camiones que surten de forraje a la cuenca, en vez de vacíos, podrían regresar cargados con el estiércol a su destino final, pagando un costo de flete mucho menor, debiendo de pagar solamente la diferencia entre viajar vacío y viajar cargado.

Desde el punto de vista ecológico, se lograría una limpieza importante en el ambiente, tanto de olores, como de insectos y algunos gases que produce el estiércol mal tratado.

Resumiremos el proyecto en forma general, para describir los beneficios que se tendrán al tratar el estiércol como se propone en este trabajo:

- a) El estiércol de la Cuenca Lechera de Tizayuca, Hgo., dejará de ser un contaminante para esta zona.
- b) El uso adjudicado al estiércol, actualmente, es como abono a las tierras de la región, siendo éstas de explotación temporalera, es decir, no existe riego, únicamente se riega con las lluvias, en consecuencia, se obtiene una sola cosecha al año. En comparación a la utilidad que tendrá en la producción, en el sistema de riego 03, la diferencia productiva es considerablemente positiva.
- c) Se recuperarán tierras que prácticamente son improductivas en la actualidad, debido a la explotación intensa que han sufrido.

- d) Teniendo tierras bien abonadas, lograremos tener buenas cosechas para poder aumentar la producción, con la misma cantidad de tierra, ya que así lo exige el incremento de población actual.

- e) Se construirá una agroindustria, con el objeto de aprovechar al máximo la producción de desechos de la cuenca lechera.

Es por todo esto que la hipótesis planteada para la construcción de la Planta Procesadora de Estiércol, y el aprovechamiento de éste en el sistema de riego 03, representa gran número de beneficios económicos, ecológicos y sociales altamente productivos.

*" Ningún forraje, ningún ganado;
ningún ganado, ningún estiércol;
ningún estiércol, ningún cultivo. "*

Antiguo Proverbio Tamil.

A N E X O # 1

Consistencia del estiércol, de acuerdo a su contenido de humedad:

75% a 80% de humedad, 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.

COMITE DE ESPECIFICACIONES PRECIOS UNITARIOS Y CONTRATACION DE OBRAS	CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO-HORARIO	
CONCURSO NO. <u>ANEXO # 2</u> FECHA <u>JULIO 20, 1988.</u> MAQUINA <u>TEREX - COBEY</u> MODELO <u>COMPOSTER</u> POTENCIA MOTOR <u>110 Hp.</u> AÑOS DE USO <u>NINGUNO</u>	F I J O S	DEPRECIACION	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	$D = \frac{264'500,000 - 26'450,000}{20,000}$	\$ 11,902.50
		INVERSION	$I = \frac{(Va+Vr)I}{2 Ha}$	$I = \frac{(264'500,000+26'450,000).20}{2 (2000)}$	\$ 14,547.50
		SEGUROS	$S = \frac{(Va+Vr)S}{2 Ha}$	$S = \frac{(264'500,000+26'450,000).025}{2 (2000)}$	\$ 1,818.43
		ALMACENAJE	A= K a D	A=	---
		MANTENIMIENTO	T= Q D	T= (0.40) (11,902.50)	\$ 4,761.00
		SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA			
Va = \$ 264'500,000.00 Vr = \$ 26'450,000.00 Ve = 20,000 hrs. Ha = 2,000 hrs. i = 20% ó 0.20 s = 0.025 Ka = 0 Q = 0.40 C = 0.20 Pc = \$ 450.00 a = 0.755 VII = \$ 4'500,000.00 HV = 4,500 hrs. So = \$ 22,000.00 H = 8 hrs. PI = \$ 4,500.00	P O R C O N S U M O S	COMBUSTIBLES	E= c Pc	E= (0.20) (450) (110) (80)	\$ 7,920.00
		LUBRICANTES	L= a PI	L= (0.755) (4500)	\$ 3,080.00
		LLANTAS	$LL = \frac{VII}{Hv}$	$LL = \frac{4'500,000.00}{4,500}$	\$ 1,000.00
		SUMA DE CONSUMOS POR HORA			
	P O R O P E R A C I O N	OPERACION	$O = \frac{So}{H}$	$O = \frac{22,000.00}{8}$	\$ 2,750.00
		SUMA DE OPERACION POR HORA			\$ 2,750.00
NOMBRE Y FIRMA DEL CONTRATISTA			COSTO TOTAL HORA/MAQUINA	\$ 48,096.93	

COMITE DE ESPECIFICACIONES	CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO-HORARIO	
PRECIOS UNITARIOS Y CONTRATACION DE OBRAS	S O J I E	DEPRECIACION	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	$D = \frac{160'000,000 - 16'000,000}{15,000}$	\$ 9,600.00
		INVERSION	$I = \frac{(Va+Vr)I}{2 Ha}$	$I = \frac{(160'000,000+16'000,000).20}{2 (2000)}$	\$ 8,800.00
CONCURSO NO. <u>ANEXO # 3</u> FECHA <u>JULIO 20, 1988.</u> MAQUINA <u>CARGADOR FRONTAL</u> MODELO <u>165 DE 60</u> POTENCIA MOTOR <u>60</u> AÑOS DE USO <u>----</u>		SEGUROS	$S = \frac{(Va+Vr)S}{2 Ha}$	$S = \frac{(160'000,000+16'000,000).025}{2 (2000)}$	\$ 1,100.00
		ALMACENAJE	$A = K a D$	A = ---	---
Va = \$ 160'000,000.00 Vr = \$ 16'000,000.00 Ve = 15,000 hrs. Ha = 2,000 hrs. i = 0.20 s = 0.025 Ka = 0 Q = 0.40 C = 0.20 Pc = \$ 450.00 a = 0.531 PI = \$ 4,500.00 VII = \$ 3'000,000.00 Hv = 4,500 hrs. So = \$ 22,000.00 H = 8 hrs.		MANTENIMIENTO	$T = Q D$	$T = (0.40) (9,600)$	\$ 3,840.00
					SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA
	POR CONSUMOS	COMBUSTIBLES	$E = c Pc$	$E = (0.20) (450) (60) (0.80)$	\$ 4,320.00
		LUBRICANTES	$L = a PI$	$L = (0.531) (4500)$	\$ 2,389.50
		LLANTAS	$LL = \frac{VII}{Hv}$	$LL = \frac{3'000,000.00}{4,500}$	\$ 666.66
				SUMA DE CONSUMOS POR HORA	\$ 7,376.16
	POR OPERAC.	OPERACION	$O = \frac{So}{H}$	$O = \frac{22,000.00}{8}$	\$ 2,750.00
					SUMA DE OPERACION POR HORA
	NOMBRE Y FIRMA DEL CONTRATISTA			COSTO TOTAL HORA/MAQUINA	\$ 33,466.16

A N E X O # 4

COMITE DE ESPECIFICACIONES PRECIOS UNITARIOS Y CONTRATACION DE OBRAS	CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO-HORARIO	
CONCURSO NO. <u>ANEXO # 4</u> FECHA <u>JULIO 20, 1988.</u> MAQUINA <u>CAMINA DENTRO</u> <u>DE CARRETERA, DE 10 m³</u> MODELO <u>F 350</u> POTENCIA MOTOR <u>60</u> AÑOS DE USO <u>NINGUNO</u> Va = \$ 55'000,000.00 Vr = \$ 5'500,000.00 Ve = 10,000 hrs. Ha = 2,000 hrs. i = 0.20 s = 0.025 Ka = 0 Q = 0.40 C = 0.20 Pc = \$ 450.00 a = 0.411 PI = \$ 4,500.00 VII= \$ 2'100,000.00 Hv = 2,000 hrs. So = \$ 20,000.00 H = 8 hrs.	F I J O S	DEPRECIACION	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	$D = \frac{55'000,000 - 5'000,000}{10,000}$	\$ 4,950.00
		INVERSION	$I = \frac{(Va+Vr)I}{2 Ha}$	$I = \frac{(55'000,000+5'000,000) \cdot 20}{2 (2000)}$	\$ 3,025.00
		SEGUROS	$S = \frac{(Va+Vr)S}{2 Ha}$	$S = \frac{(55'000,000+5'000,000) \cdot 0.025}{2 (2000)}$	\$ 378.12
		ALMACENAJE	A= K a D	A= ---	---
		MANTENIMIENTO	T= Q D	T= (0.40) (4,950)	\$ 1,980.00
					SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA
	POR CONSUMOS	COMBUSTIBLES	E= c Pc	E= (0.20) (450) (60) (0.80)	\$ 4,320.00
		LUBRICANTES	L= a PI	L= (0.411) (4500)	\$ 1,849.50
		LLANTAS	$LL = \frac{VII}{Hv}$	$LL = \frac{2'100,000.00}{2,000}$	\$ 1,050.00
					SUMA DE CONSUMOS POR HORA
	POR OPERAC.	OPERACION	$O = \frac{So}{H}$	$O = \frac{20,000.00}{8}$	\$ 2,500.00
					SUMA DE OPERACION POR HORA

NOMBRE Y FIRMA DEL CONTRATISTA	COSTO TOTAL HORA/MAQUINA	\$ 20,052.62
--------------------------------	--------------------------	--------------

COMITE DE ESPECIFICACIONES PRECIOS UNITARIOS Y CONTRATACION DE OBRAS	CARGOS	FORMULA	CALCULO	COSTO-HORARIO	
CONCURSO NO. <u>ANEXO # 5</u> FECHA <u>JULIO 20, 1988.</u> MAQUINA <u>TRACTOR AGRICOLA</u> <u>CON ARADO DE 3 DISCOS</u> MODELO <u>185</u> POTENCIA MOTOR <u>80</u> AÑOS DE USO <u>NINGUNO</u> Va = \$ 62'000,000.00 Vr = \$ 6'200,000.00 Ve = 15,000 hrs. Ha = 2,000 hrs. i = 0.20 s = 0.025 Ka = 0 Q = 0.40 C = 0.20 Pc = \$ 450.00 a = 0.589 PI = \$ 4,500.00 VII = \$ 3'000,000.00 Hv = 4,500 hrs. So = \$ 20,000.00 H = 8 hrs.	F I J O S	DEPRECIACION	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	$D = \frac{62'000,000 - 6'200,000}{15,000}$	\$ 3,720.00
		INVERSION	$I = \frac{(Va+Vr)I}{2 Ha}$	$I = \frac{(62'000,000+6'200,000).20}{2 (2000)}$	\$ 3,410.00
		SEGUROS	$S = \frac{(Va+Vr)S}{2 Ha}$	$S = \frac{(62'000,000+6'200,000).025}{2 (2000)}$	\$ 426.25
		ALMACENAJE	A= K a D	A= ---	---
		MANTENIMIENTO	T= Q D	T= (0.40) (3,720)	\$ 1,488.00
					SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA
	POR CONSUMOS	COMBUSTIBLES	E= c Pc	E= (0.20) (450) (80) (0.80)	\$ 5,760.00
		LUBRICANTES	L= a PI	L= (0.589) (4500)	\$ 2,650.50
		LLANTAS	$LL = \frac{VII}{Hv}$	$LL = \frac{3'000,000.00}{4,500}$	\$ 666.66
				SUMA DE CONSUMOS POR HORA	\$ 9,072.16
POR OPERAC.	OPERACION	$O = \frac{So}{H}$	$O = \frac{20,000.00}{8}$	\$ 2,500.00	
				SUMA DE OPERACION POR HORA	\$ 2,500.00
NOMBRE Y FIRMA DEL CONTRATISTA			COSTO TOTAL HORA/MAQUINA	\$ 20,621.41	

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

- 1) R. V. TAMHANE, D. P. MOTIRAMANY Y P. BALI
SUELOS
EDITORIAL DIANA
MEXICO, D.F.
PRIMERA EDICION, ABRIL DE 1978.
- 2) T. LYTTLETON LYON Y HARRY O. BUCKAMN
EDAFOLOGIA
EDICIONES ACME AGENCY
BUENOS AIRES, ARGENTINA.
CUARTA EDICION, 1974.
- 3) ING. CARLOS SUAREZ SALAZAR
COSTO Y TIEMPO DE LA EDIFICACION
EDITORIAL LIMUSA
MEXICO, D.F.
TERCERA EDICION, 1977.
- 4) R. L. PEURIFOY
METODOS, PLANEAMIENTO Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION
EDITORIAL DIANA
MEXICO, D.F.
PRIMERA EDICION, 1963.
- 5) ING. RAUL GONZALEZ MELENDEZ
COSTOS Y MATERIALES
EDICION COSTOS Y MATERIALES, S.A.
MEXICO, D.F.
- 6) TEREX COBEY
MANUAL DE MAQUINARIA
- 7) MASSEY FERGUSON
MANUAL DE MAQUINARIA

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

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

8) SAMUEL CONDE RIVEMAR

METODOLOGIA DEL ENSILADO DE EXCREMENTO DE BOVINO,
MEZCLADO CON DIFERENTES INGREDIENTES, COMO
POSIBILIDADES PARA EL USO EN ALIMENTACION ANIMAL.

U. N. A. M. 5763
MEXICO, D.F.
PRIMERA EDICION, 1983.