

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



**TRATAMIENTO DE ESTIERCOL MEDIANTE
DIGESTORES ANAEROBICOS**

Modelo Experimental TANIS X - 1

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
QUE PRESENTA:

JORGE LUJAN MUÑOZ

Director: M.V.Z. Carlos Manzano Cañas

Asesores: Ing. Abel Muñoz Elías

Ing. Ramón Guerra Alonso



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 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.

I N D I C E

TRATAMIENTO DE ESTIERCOL MEDIANTE DIGESTORES ANAEROBICOS.

Modelo experimental de carga continua TANIS X-1

I	INTRODUCCION
II	OBJETIVOS
III	MATERIAL Y METODO
IV	PROCEDIMIENTO
V	RESULTADOS
VI	MODELO EXPERIMENTAL TANIS X-1
VII	RECOMENDACIONES PARA SU USO
VIII	DISCUSION
IX	CONCLUSIONES
X	ANEXO
XI	BIBLIOGRAFIA

I INTRODUCCION.

En los albores de la civilización, a mediados de la época paleolítica, los conglomerados humanos -- aún eran tribus nómadas, es decir que andaban de un lugar a otro en busca de un mejor hábitat, regidos por los cambios climáticos que se presentaban año con año. El objetivo era ! La supervivencia ! basada en la cacería, en la recolección de frutos temporales y en la búsqueda de climas satisfactorios. (35)

Un día en la historia de la humanidad el hombre -- optó por ser sedentario y proveerse un hábitat favorable, comprendió que no era necesario lanzarse a la persecución de piezas de cacería para proveerse de alimentos y volver una vez a su búsqueda --- cuando éstos hubiesen terminado, sino que podía -- capturarlas, Aprisionarlas, propiciarles un ambiente favorable para su supervivencia y procreación -- y de esta manera obtener sus productos más fácilmente. (35)

Así inició la domesticación de las especies junto con ella la Agricultura y de ahí, de ese paso tan trascendente, el hombre obtuvo pasto y grano para él y sus animales.

Más tarde aprendió que favoreciendoles el medio ambiente tanto en su resguardo de especies depredadoras, provisión de buenos aguajes y de alimentación controlada éstos rendían aún más en su producción que repercutía lógicamente en el desarrollo y bienestar de su comunidad. (35)

En la actualidad el hombre sigue luchando por el mismo principio tratando de encontrar nuevos sistemas de producción que incrementen los satisfactores necesarios para su crecimiento y desarrollo; el hombre civilizado en su afán de lucha por incrementar sus satisfactores ha devastado los sistemas biológicos, ha contaminado ríos, mares, lagos, atmósfera y suelos, ha roto cadenas biológicas y hasta ahora cuando la contaminación ha llegado a ser un verdadero problema el hombre ha pensado en la rehabilitación de estos sistemas biológicos y ha iniciado programas de descontaminación

y aprovechamiento de la materia orgánica mediante sistemas de reciclaje con procedimientos que la -- misma naturaleza, le ha enseñado cuando ésta se -- encontraba en equilibrio dinámico (sin la inter-- vención del hombre) (25), (4)

Hasta ahora el hombre ha comprendido y ha echado mano de éstos procesos que se presentan en la naturaleza misma, tales mecanismos biológicos ---- actualmente se encuentran en estudio y en plan de tecnificación. Los procesos biológicos referidos -- en el párrafo anterior son:

Aeróbica

A) LA ESTABILIZACION:

Anaeróbica

B) SISTEMA DE COMPOSTEADO.

C) SISTEMA DE SELECCION.

D) OZONIFICACION.

Todos éstos procesos se emplean en el tratamien-- to de:

Basuras, esquilmos industriales, aguas residuales

y excrementos de animales. (17) (26)

Para la naturaleza éstos procesos resultan tan --
económicos y tan precisos que difícilmente po----
drían dejar de producirse, pero una vez, que el -
hombre interviene rompiendo el equilibrio a él --
corresponde activar y controlar parte de los pro-
cesos que tiendan a restituirlo.

En los últimos años se ha encontrado que los pro-
cedimientos del inicio (A) son los más económicos,
factor fundamental para su aplicación y desarro--
llo. (17)

PANORAMA GENERAL DE LA PRODUCCION DE EXCRETAS DE
ORIGEN PECUARIO EN MEXICO.

Hasta hoy, aproximadamente un 60 - 70% de las explotaciones pecuarias, no disponen de un medio eficaz para la eliminación de excretas representando una fuente de contaminación, sobre todo por las cantidades de -- larvas de moscas que se desarrollan traduciéndose en vectores biológicos de mastitis, carbunco bacteriano y quizás de brucellosis. Las moscas con sus reiteradas picaduras enervan a los animales que se defienden contrayendo sus epidermis, agitando orejas y cola --- ciento de veces lo que reduce no solamente su engor-- da, sino también la producción rentable de leche como en el caso del vacuno, con pérdidas que van de un 5 - a un 15% según el grado de infestación. (6) (21)
(28)

Un especialista Danés, Gauner Hol Sorensen (1978) acusa a la mosca "Hydrotaza Irritens" de ser la responsable de la transmisión de la "Mastitis de Verano", así como el ojo rosado (pink eye). Sorensen ha calculado que existan cerca de 900,000 larvas de mosca doméstica, en una tonelada de estiércol y que por cada tubo

digestivo de mosca hay aproximadamente 100 millones -
de bacterias.

Las moscas domesticas se reproducen rápidamente; ca--
da hembra pone hasta 600 huevecillos en el estiércol
o sobre los productos orgánicos en descomposición. -
Su desarrollo es rápido y en una sola temporada se
pueden observar hasta 10 ó 12 generaciones. (27) --
(28) (6)

Por otro lado, es conveniente analizar la fuente de -
energía potencial representada por el estiércol y que
de una forma tan lamentable, escapa de nuestras manos
al no tratar los residuos orgánicos de los animales -
de granja. A este respecto, por medio de la activi--
dad biológica, en ausencia de oxígeno. (anaerobiosis),
se pueden obtener gas metano (CH_4) y otros productos.
A este proceso se le llama Digestión Anaeróbica. (3)
(4)

En la mayoría de los Países desarrollados y en vías -
de desarrollo, existe creciente interés por los méto
dos de recuperación de energía nutrientes y fertili--

zantes de los diferentes residuos orgánicos, siendo -
uno de esos procedimientos la Digestión Anaeróbica.

(4)

A continuación se muestra la tabla I donde se puede -
observar la producción de gas metano y su porcentaje
obtenido mediante este proceso biológico.

PRODUCCION DE METANO MEDIANTE EL PROCESO DE DIGESTION
ANAEROBICA, UTILIZANDO DIVERSOS RESIDUOS ORGANICOS.

* (3) Fuente: Osada, Takatani, Takemura 1975-Japón

TABLA I

ORGANICOS	% CONT.ORG.	KG/M2./D CARGA ORG.	LITRO L/KG.	% CH ₄ .
Heces y orina de puerco	3.6	7.2	340	65.2
Aguas negras.	2.26	1.36	719	43.2
Excremento humano.	1.83	0.54	551	43.2

Observando la tabla deducimos que si en México y en otros Países se utilizara ésta fuente de energía tratando así todos los residuos orgánicos producidos en el Territorio Nacional, disminuiría en alguna proporción la utilización de combustibles líquidos y gaseosos, derivados del petróleo, ya que representa una gran cantidad de Energía Potencial que se desperdicia y por otro lado contamina. Dicha Materia Orgánica que al ser tratada por éste método producirá combustible gaseoso (CH_4) que sustituiría a Derivados del Petróleo.

Su importancia en particular radica en el aprovechamiento del metano así obtenido, para abastecer las necesidades de funcionamiento de bombas de agua, generadores eléctricos, criadoras, incubadoras, y estufas de gas para uso doméstico. (4)

Del censo pecuario 1977-1978 se obtiene el número de cabezas de ganado en la República Mexicana, al que se ha agregado la producción de estiércol por día y por especie representado la cantidad de estiércol producido en la República Mexicana susceptible de aprovechar.

TABLA II

E S P E C I E	No. DE CABEZAS	KG/DIA	TOTAL KG/DIA
Bovinos	31'739,000	35	1'110'620,000
Caballos, Asnos y Mulas.	21'972,600	30	659'178,000
Cerdos.	15'596,700	3.5	54'413,450
Ovinos.	4'836,600	2.4	11'607,940
Caprinos.	9'150,800	1.6	16'471,446
Aves de Engorda.	63'449.300	0.14	18'284,616
Aves de Postura.	67'103,100	0.14	18'284,616
Guajolotes.	9'465,300	0.7	6'675,710
Conejos.	1'187,500	0.1	118'750,710

T O T A L....\$ 1,877'319,806 Kg.

Según la tabla anterior se ha detectado por estadística, que la cantidad total del estiércol diaria que se tiene en la República Mexicana es de 1,877'319.806 kg.

Para fines de obtención de energéticos, Osada, Takata ni y Takemura (1975 Estudios de Bioconversión) encontraron que un kilo de materia orgánica produce 340 -- litros de gas, considerándose que el 64% es gas metano, por lo que de acuerdo con esto, la cantidad de -- gas metano que se obtendría diariamente del total del excremento en la República Mexicana sería de $CH_4 = -$
 $(1,877'319,806) (340) 0.64 = 416,159'860,000$ litros --
o sea $CH_4 = 416.1$ millones de M^3 . (3) (4) (17)

$$CH_4 = A \times B \times C$$

A = KG. ESTIERCOL/DIA.

B = CANTIDAD DE GAS/KG.

C = % GAS METANO.

En la tabla III podemos relacionar la producción de -- estiércol/día en la República Mexicana y la cantidad de calorías por M^3 de gas Metano.

TABLA III

C O M B U S T I B L E	PESO ESPECIFICO A 15°C Y PRESION DE 760 M.M. HG.		PODER CALORIFICO INFERIOR
	KG/M ³ .	CAL/M ³ .	CAL/KG.
METANO AL 64%	0,740	8300	11200
PROPANO	1,81	19900	11000
BUTANO	2,38	25900	10900
PROPANO BUTANO 50/50	2,06	22600	10950
GAS DE ALUMBRADO (BERLIN 1940)	0,600	3800	10950
GAS DE GASOGENO	1,0 1,2	1000	1400 650 1250
GAS DE COQUE	0,425 (*)	4200	

(*) Comprimido en fase gaseosa a 200 KG/CM². (13)

Por lo que se tiene que el total de kilocalorias /M³.
de gas que se obtendría a partir del estiércol, dia--
riamente en la República Mexicana sería:

No. KCAL=(M³ GAS) (FACT.CONV.)

- Número de kilocalorias= (416.1 x 10⁶ M³) (8.3 $\frac{\text{KCAL}}{\text{M}^3}$)

- Número de kilocalorias= (3453.63 x 10⁶ KCAL/DIA).

Esta energía transformada en kilowatts-hora resulta -
de:

KW-HR= (KCAL) (FACT.CONVERSION)

$$- E = (3,453,63 \times 10^6 \text{ KCAL.}) \left(1.167 \frac{\text{KW-HR}}{\text{KCAL.}}\right)$$

$$- E = 4,030.39 \times 10^6 \text{ KW-HR.}$$

Que es una cantidad suficiente para dar energía eléctrica a 2'239,100 casas-habitación en un año, considerando un consumo mensual por casa de 150 KW-HR.

El equivalente en HORSE - POWER-HR es de: Hp/Hr=

(KCAL) FACT.
(CONV.)

$$- E = (3,453.63 \times 10^6 \text{ KCAL}) \left(1.56 \frac{\text{HP-HR}}{\text{KCAL.}}\right)$$

$$- E = (5,387.66 \times 10^6 \text{ HP-HR})$$

Potencia suficiente para impulsar durante un mes, ---
233,800 motores de bombas de pozo profundo, con -----
extracción de 20 L.P.S. a 100 M. de profundidad del -
nivel dinámico.

$$\text{Núm. de bombas} = \frac{5,387.66 \times 10^6}{32 \times 24 \times 30} = 233,800$$

1 KCAL. = 1.167 KW-HR

1 KCAL. = 1.56 HP-HR

(31) (15)

Otras ventajas que reporta la digestión anaerobia es la obtención de subproductos originados por la degradación de la materia orgánica, tales como:

- A) HUMUS ESTABILIZADO.--Son lodos de origen biológico que se obtienen en la parte baja del digestor y -- que pueden ser utilizados como fertilizantes de terrenos agrícolas y que son ricos en nitrógeno y -- fósforo.

- B) ESPUMA Y NATAS.--Se forma como producto de la digestión del material resistente a la degradación, tales como pelo, fibra, huesos. Estos compuestos se utilizan como mejoradores de suelos.

- C) UN SOBRENADANTE.--Es un líquido turbio libre de lodos y que ocupa el mayor volumen del digestor, del mismo modo que el lodo biológico puede utilizarse

para fertilizar los terrenos agrícolas. (1)

(4) (8) (10) (17)

Pruebas comparativas, realizadas en Tokio, Japón con parcelas de arroz, mostraron que las aplicaciones de urea comercial daban un rendimiento de 7.2 ton./ha. mientras que las parcelas fertilizadas con los subproductos de la digestión arrojaron un promedio de 9.2 - y 10 ton./ha. (Osada, Takatani, Takemura 1975 - Estudios de bioconversión). (3)

DESCRIPCION DEL PROCESO DE DIGESTION ANAEROBICA

(33) (4)

La digestión Anaeróbica de la materia orgánica es un proceso tan antiguo como la vida misma en nuestro --- planeta.

Estos procesos fueron conocidos desde tiempos remotos como "Putrefacción" y explicados más tarde, por J.J. Berzelius (1835) Luis Pasteur (1860), E. Buchner ---- (1877), A Harden y W.S. Young (1905) finalmente ----- Gustav-Embden, Otto Meyer y Krebs.

El proceso biológico se lleva a cabo mediante la adaptación y crecimiento exponencial de bacterias bio----transformadoras de la materia orgánica (biomasa) en ausencia de oxígeno (anaerobiosis). Este proceso es la forma más primitiva para la obtención de energía por los organismos.

BACTERIAS FORMADORAS DE METANO

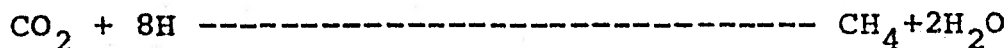
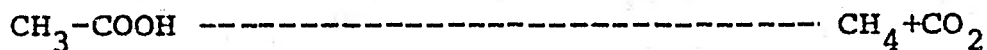
FAMILIA: Methanobacteriaceae pueden ser GRAM (+) -- o GRAM (-) en forma de cocos o Bacilos no esporulan y existen en forma natural en la materia orgánica.

- 1.- METANOBIACTERIUM Omelanski.
- 2.- METANOBIACTERIUM Propionicum.
- 3.- METANOBIACTERIUM Formicum.
- 4.- METANOBIACTERIUM Vannielli.
- 5.- METANOBIACTERIUM Barkii.
- 6.- METANOBIACTERIUM Suboxidans.
- 7.- METANOBIACTERIUM Subngénica.
- 8.- METANOBIACTERIUM Mazei.
- 9.- METANOBIACTERIUM Methanica.
- 10.- METANOBIACTERIUM Ruminatium.

(29) (26)

La respiración anaeróbica, es un fenómeno oxidativo - en el que sustancias inorgánicas distintas del oxígeno sirven como "Aceptores" terminales de hidrógeno y de electrones, tales sustancias inorgánicas son el -- nitrato de potasio que es oxidado por la bacteria --- "Nitrobacter" y transformado a nitritos, los sulfatos que son oxidados por las bacterias "sulfato-reducto-- ras" y "tiobacilos" para formar ácido sulfhídrico así como los bicarbonatos ferrosos y manganosas son trans formados a hidróxido férrico y mangánico por las bac terias ferruginosas y manganésicas respectivamente, - de ahí que la energía formada, a partir de esas oxida ciones es generada por transporte eléctrico.

FORMACION DE GAS METANO POR LA OXIDACION ANAEROBICA



FASES DE LA DIGESTION ANAEROBICA

Básicamente consta de 2 fases:

- 1.- FASE DE LICUACION.
- 2.- FASE DE GASIFICACION.

La primera fase, la producen principalmente saprofitos, la mayoría de las cuales son bacterias facultativas capaces de reproducirse rápidamente y no son tan sensibles a los cambios de las condiciones ambientales como las bacterias responsables de la fase de gasificación.

Como puede verse en la figura F-1 las bacterias que forman ácidos con la ayuda de enzimas extracelulares transforman la materia carbonácea en Acidos Volátiles y Agua.

En la segunda fase las bacterias que forman metano (CH_4) con la ayuda de enzimas intracelulares convierten estos ácidos en metano y en Dióxido de Carbono. Las bacterias que forman metano son estrictamente anaerobias, tienen bajo porcentaje de reproducción y son sumamente sensibles a los cambios de pH y temperatura.

En ausencia de bacterias metanógenas, en el proceso de digestión solo se consigue la "licuación" de la materia orgánica, por lo que si en ciertas condiciones la "licuación" se produce más rápida que la gasificación, la resultante acumulación de ácidos inhibe todavía más a las bacterias metanógenas y el proceso de digestión no se cumple favorablemente, por consiguiente los dos tipos de bacterias tienen que estar debidamente equilibradas. Sin embargo es interesante saber que las condiciones óptimas para las bacterias gasificantes, son también satisfactorias para las bacterias licuantes. (32)

Se ha considerado que a partir de la Biomasa Estabilizada, (Mat. Orgánica tratada) por procesos anaeróbicos a temperatura óptima (mesófila 30°C - 40°C y un pH óptimo de 7 a 8 se obtiene:

A) Biogas en las siguientes proporciones:

- A.1) Metano ----- 50 - A 70%
- A.2) Bioxido de
Carbono----- 30 - 44%
- A.3) Hidrógeno ----- 5 - 10%
- A.4) Trazas H₂S
- A.5) Trazas NH₃

B) Formación de espumas y natas.

C) Sobrenadante.

D) Extractos sólidos digeridos. (FIG. 11)

(32) (17) (4)

PARAMETROS QUE INFLUYEN EN LA DIGESTION

Entre los factores ambientales de importancia vital - para el desarrollo del proceso anaeróbico figuran:

- 1.- TEMPERATURA.
- 2.- ACIDOS VOLATILES.
- 3.- CONCENTRACION DE MINERALES.
- 4.- pH

(32) (26)

TEMPERATURA: El rango de temperatura para la diges---
tión anaeróbica varía entre 10 y 60° sin embargo las
dos temperaturas óptimas son la mesófila (30 - 40°) y
la termofila (45 - 60°), pero se ha encontrado que la
temperatura más favorable a éste proceso es de 35° --
constantes.

La velocidad de digestión a temperaturas superiores a los 45° es mayor que a temperaturas más bajas, pero - el problema que existe es que a ésta gama de temperaturas las bacterias son sumamente sensibles a los cambios ambientales. La digestión no sufre por un aumento de temperatura de unos cuantos grados, sin embargo una disminución repentina de sólo unos pocos grados - puede detener la producción de metano sin afectar --- materialmente a las bacterias productoras de ácidos - y provocar una falla del digestor, razón por la cual es preferible mantener una temperatura constante de - 35°. (32) (26) (10)

CONCENTRACION DE ACIDOS VOLATILES: Normalmente la --- concentración de ácidos volátiles no debe exceder los 500 MG/l. expresados como ácido acético.

Si se supera este nivel, la formación de metano puede disminuir los ácidos volátiles aumentar rápidamente, debido a que las bacterias metanógenas no pueden utilizarlo a la misma velocidad con que se producen y la digestión cesará al cabo de dos o tres días.

(32) (26)

CONCENTRACION DE MINERALES: Se han logrado una digestión anaeróbica satisfactoria a concentraciones de -- 15 % o más. Sin embargo un rango más práctico de concentración es de 3-10%. La presencia de concentraciones excesivas de iodo, cuaternarios de amonio son perjudiciales porque impiden el desarrollo de las bacterias.

ANTIBIOTICOS

Los antibióticos empleados en las explotaciones pecuarias llegan a los excrementos pero, su efecto hacia la digestión no ha podido confirmarse.

Por otra parte, una relación c/n (carbono: nitrógeno) de alrededor de 16/1 se considera óptima para una buena producción de gas y para una fermentación estable del excremento.

pH: El pH óptimo para la digestión se sitúa entre 7 y 8. La digestión se inhibe a menos de 6.5 pH y cesa a menos de 4.5 pH. Una vez que se ha establecido la -- digestión el pH llega a 7 y el lodo resulta bien amortiguado, es decir, que la concentración de iones ----

hidrógeno permanece invariable, incluso cuando se ---
añaden cantidades relativamente grandes de ácido o --
alcali; si la capacidad amortiguadora del lodo se des--
truye, el pH disminuye y el proceso de digestión deja
de funcionar debidamente y en algunos casos se acidi-
fica el medio, emitiendo olores desagradables por lo
que la calidad del sobrenadante y de los sólidos del
lodo es mala y no se produce gas metano. Se necesi--
tan días o incluso meses para que un digestor que se
ha acidificado vuelva a estar en condiciones de fun--
cionar satisfactoriamente.

DESCRIPCION DE LOS DIGESTORES ANAEROBICOS

Los digestores anaeróbicos son depósitos contruídos
de varios materiales tales como:

- A) DEPOSITOS DE CONCRETO.
- B) TAMBORES DE FIERRO.
- C) DEPOSITO DE MAMPOSTERIA.

(1)

Todos deben reunir las condiciones de anaerobiosis --
y ser contruídos de acuerdo a las necesidades especí-
ficas. Estos depósitos se cargan con lodos formados

por estiércol, desechos alimenticios, domésticos o -- industriales previamente seleccionados y de origen -- orgánico, así como agua de lavado de establos que no contengan detergentes para que se lleve a cabo el proceso de la estabilización final de los desechos.

Un digestor consta básicamente de dos partes:

A) TANQUE DE FERMENTACION: Donde se coloca la mezcla de residuos orgánicos a partir de la cual se realiza el proceso de descomposición para obtener -- gas metano y fertilizante.

B) DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO: Lugar en el cual se -- guarda el gas metano producto de la fermentación,

(1) (4) (8) (26)

TIPOS DE DIGESTORES

En forma general sólo hay dos tipos:

1.- DE UNA SOLA CARGA.-En estos digestores se deposita en el tanque de fermentación la materia orgánica y después de varias semanas, cuando la mezcla

ya no produce gas, el tanque de fermentación se vacía, para obtener lodos biológicos, natas y sobrenadantes. F-III

- 2.- DE CARGA CONTINUA.-En este tipo se realiza una alimentación diaria del tanque de fermentación y se efectúa cotidianamente las dos operaciones de carga y descarga, por otro lado, día con día, se produce cierta cantidad de gas metano que pasa por la conexión al tanque de almacenamiento. Este último digestor es el más adecuado para una explotación lechera por encima de las 30 vacas por su comodidad y rentabilidad. F-IV

PARAMETROS A CONSIDERAR EN LA CONSTRUCCION DE UN DIGESTOR ANAEROBICO.

(32) (8)

- 1.- VELOCIDAD DE CARGA; Es la cantidad o volumen de materia orgánica que entrará al digestor por unidad de tiempo. Esta relacionada con la capacidad del digestor.

Su unidad es: M^3/DIA :

2.- TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA: Trh se llama así el número de días que la materia orgánica requiere permanecer en el digestor para su completa -- estabilización.

FORMULA:
$$TRH = \frac{\text{VOLUMEN DEL DIGESTOR}}{\text{VOLUMEN DE CARGA}}$$

3.- PRESION DE GAS: Es la presión ejercida sobre las paredes del digestor por el gas que se está produciendo y es proporcional a la temperatura y a la degradación de la materia orgánica dentro del digestor.

SU UNIDAD ES: KG/CM^2 .

Todos los anteriores párametros deben ser tomados en cuenta para proyectar correctamente los tanques digestores evitando de ésta manera complicaciones y riesgos en el proceso.

METODOS PARA CONTROLAR EL FUNCIONAMIENTO DE UN DIGESTOR.

Una vez que se ha construido el digestor, es importante

te determinar si funciona correctamente, para ello se debe vigilar mediante el análisis habitual del pH, la alcalinidad del bicarbonato, la producción de gas y los ácidos volátiles. Como el pH es fácil de medir su vigilancia debe ser cotidianamente. Si el pH baja a menos de 6.5, será un buen indicio de que el proceso de digestión tropieza con dificultades. Si el pH se eleva a más de 7.6 habrá que comprobar la concentración de amoniaco. El amoniaco puede alcanzar niveles capaces de impedir la producción de metano.

Para el buen funcionamiento del digestor, los ácidos volátiles deben ser menos de 500 MG/1. como ácido acético. Cuando los ácidos volátiles superan los 500 MG/1. se producirá una grave inhibición en la producción de metano. La alcalinidad del bicarbonato debe ser del orden de 1500-5000 MG/1. en forma de carbonato cálcico otra forma de comprobar la estabilidad del proceso sin utilizar equipo, consiste en vigilar la calidad del lodo digeridos el lodo no estabilizado -- huele mal, mientras que el lodo digerido casi no huele y el primero no será tan negro como el considerado estable. (32) (26)

II O B J E T I V O S .

Valorar y demostrar la eficiencia y rentabilidad del digestor anaeróbico de fase continua modelo experimental TANIS X-1 en el tratamiento de ----- estiércol con el cual se obtiene:

- 1.- Ausencia de vectores (moscas), ya que el ---- adecuado método de almacenar y tratar el ---- estiércol traerá como consecuencia una mejora ambiental que repercutirá favorablemente en la sanidad animal y por ende en aumentos a la producción.
- 2.- Obtención de fertilizantes de alto valor biológico formado por el estiércol digerido así como por el sobrenadante, productos ambos de la degradación orgánica.
- 3.- Producción de gas metano susceptible de ser - utilizado como combustible doméstico.
- 4.- La descontaminación ambiental, ya que se puede utilizar en el tratamiento de otro tipo de

materia orgánica como basura, aguas negras, -
etc., resultando rentable por su bajo costo -
de inversión y de operación.

Dicho modelo experimental se llevará a cabo en el
Rancho el Sauce ubicado a 40 km. al sur de la ---
ciudad de Camargo, Estado de Chihuahua, sobre la
carretera Camargo-Las Pampas, localizado a la ---
margen derecha del Río Florido en las cordenadas
geográficas de: Lat. Norte: 27^o 41' 49", Long.:
O.G.105^o 10' 9".

El clima de la región es muy extremo, registran
dose temperaturas que varían de 45°C en verano a
-15°C en invierno, siendo su precipitación media
anual de unos 200 MM. y sus vientos dominantes --
del norte y noreste.

III MATERIAL Y METODOS.

MATERIAL:

- A) BIOLOGICO.-En la primera fase experimental se uti
lizó el estiércol proveniente de 60 vacas del ---

cual se tomaron 1000 grs. de consistencia semipas-
tosa con densidad de 1.0693 para el estudio -----
IN-VITRO de la digestión anaeróbica de una sola -
carga. En la segunda fase se utilizaron 2000 ---
grs. de estiércol con las mismas características
anteriores para la investigación IN-VITRO de la -
digestión anaeróbica de fase continua.

B) MATERIAL DE LABORATORIO.

b.1) de vidrio: Botella transparente de capacidad
de 2000 ml. con cierre hermético.

-Botella de vidrio de capacidad de 2000 ml.
con cierre hermético. Provista de ducto de
vidrio integrado al fondo de la botella.

-Sifón de vidrio de diámetro 1.0 cm. para la
salida de gas.

-Embudo de vidrio con capacidad de 300 mili-
litros.

-Tres probetas graduadas.

-Tres vasos de precipitado.

b.2) Material de plástico: Tres cubetas de plás -
tico de capacidad de 3 litros.

b.3) Material de Latex: Tres mangueras.

-Guantes del número siete.

b.4) Material de caucho: tapones de caucho.

b.5) Aparatos:

-Parrilla termostática modelo HP 1915B -----

THERMOLINE.

-Termómetro.

-Baños María.

-Potenciómetro Modelo PBL SARGENT-WELCH.

C) REACTIVOS

Solución Buffer de referencia.

Agua destilada.

Acido acético 0.5 N-

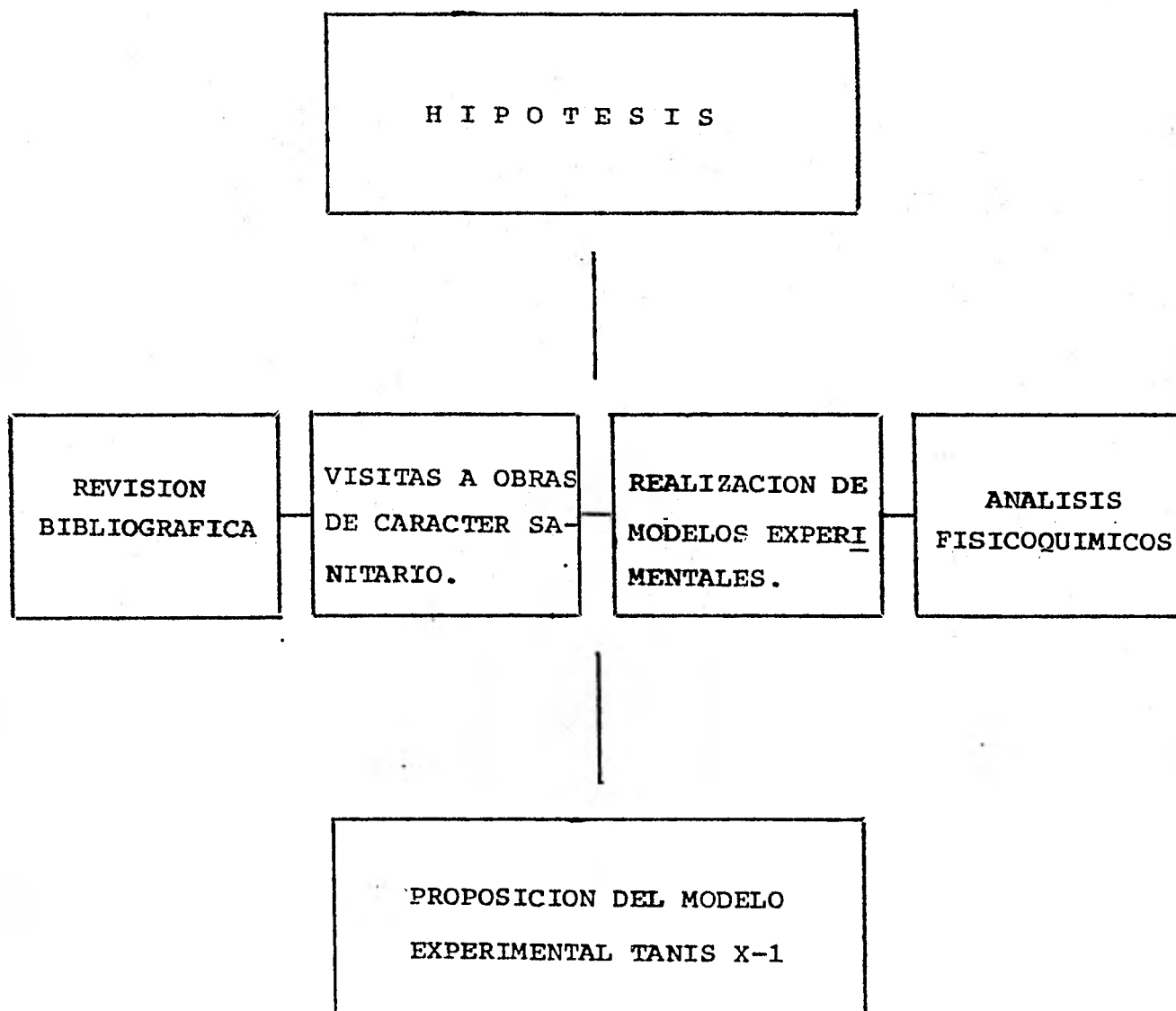
Tiras reactivas PH-MERCK

Reactivos MERCK para bicarbonatos.

Reactivos MERCK para ácidos volátiles.

M E T O D O L O G I A .

El método que se siguió para el estudio y diseño del digestor anaeróbico de carga continua modelo experi - mental TANIS X-1. A continuación se describe median - te un diagrama de flujo.



REALIZACION DE MODELOS EXPERIMENTALES.

Básicamente se llevaron a cabo en dos fases de experimentación. El primero se realizó con tres modelos en serie de digester de una sola carga el cual fué repetido dos veces consecutivas para valorar la producción de gas proveniente de la degradación de la materia orgánica así como, determinar los niveles del sobrenadante, natas, espumas, y lodo digerido, tomando como variables en el proceso la temperatura, pH y la carga hidráulica.

C O N T R O L E S: La temperatura y el pH se mantuvieron de acuerdo a lo señalado por la literatura (32) - (26) y para la determinación de Bicarbonato y ácidos volátiles se enviaron muestras del estiércol tratado al laboratorio de Hidrogeología y zonas áridas S.A.R.H.

- 1.- TEMPERATURA: Determinado con termómetro.
- 2.- pH: determinado con el potenciómetro modelo PBL SARGENT WELCH.
- 3.- CONCENTRACION DE ACIDOS VOLATILES: Determinados por el método normal utilizando reactivos Merck -

en el laboratorio de Hidrología y zonas áridas.

4.- ALCALINIDAD DEL BICARBONATO: Determinados por el método normal utilizando reactivos Merck para bicarbonatos.

N O T A: Este tipo de control se realizó dos días antes de finalizar la prueba.

La segunda fase del experimento se realizó con un modelo de digestor en fase continua con duración de 20 días es decir con un ciclo de carga y descarga diaria a partir del décimo día: el cual fué repetido por dos veces consecutivas para corroborar los parámetros ya conocidos, la formación de sobrenadantes, espumas y natas y lo más importante en este tipo de digestor -- controlar la anaerobiósis, mediante un sifón de carga adaptado para tal fin y la descarga por el ducto integrado a la botella.

Asimismo se observaron los lodos digeridos provenientes de los primeros días para determinar el grado de digestión. En este proceso las variables siempre ---

fueron constantes, tanto el pH, la temperatura, y la carga hidráulica.

C O N T R O L E S:

Los mismos mencionados para la digestión de una sola carga al decimo día.

IV PROCEDIMIENTO: Inicialmente para uno y otro modelo se procedió a determinar la densidad de las muestras de estiércol para tal fin de la siguiente manera:

- a) PESO PROBETA ----- 359.23 gr.
b) VOL. ESTIERCOL ----- 128.00 cm³.
c) PESO A + B ----- 496.10 gr.
d) DENSIDAD = $\frac{M}{V} = \frac{136.87 \text{ gr.}}{128.0 \text{ cm}^3} = 1.0693$

Conociendo la densidad del estiércol, se multiplica - ésta por los kg. de estiércol diario a fin de obtener volumen, para calcular TRH

PRIMERA PARTE.

Se procedió a introducir 200 ml., 300 ml. y 400 ml. - de estiércol al frasco con capacidad de 2000 ml. con cierre hermético, provisto del ducto para la recolección del gas y termómetro, ambos colocados por horadación del tapón de caucho y sellado con parafina.

Posteriormente se enumeraron los frascos 1, 2 y 3 respectivamente. Se procedió a colocarlos en baño maría a temperaturas diferentes y un ph constante de 7.

Los ductos de gas fueron introducidos en probetas invertidas, con capacidad de un litro puestas en cubetas de plástico con agua, con capacidad de 3 litros.

El objetivo de ello fué valorar la producción de gas por desplazamiento de volúmenes de agua destilada.

Los volúmenes de carga de 200, 300 y 400 de estiér---col, fueron propuestos al azar para determinar y co---rroborar los tiempos de retención hidráulica. (trh).

$$\text{TRH} = \frac{\text{volumen digestor}}{\text{volumen de carga}}$$

$$1.- \text{TRH} = \frac{2000 \text{ ml.}}{200 \text{ ml./día}} = 10 \text{ días (fco. 1)}$$

$$2.- \text{TRH} = \frac{2000 \text{ ml.}}{300 \text{ ml./días}} = 6.5 \text{ días (fco. 2)}$$

$$3.- \text{TRH} = \frac{2000 \text{ ml.}}{400 \text{ ml./días}} = 5 \text{ días (fco. 3)}$$

Quedando de la siguiente manera la primera serie de digestores anaeróbicos de una sola carga,

TABLA # 4 EXPERIMENTO PROPUESTO PARA DETERMINAR LA PRODUCCION DE GAS EN DIGESTOR DE UNA --- SOLA CARGA. VARIABLE: TEMP. Y VOL. CARGA.

DIGESTOR	VOL:CARGA	TRH	TEMP.	PH
FCO. No. 1	200 ml.	<u>teórico</u> 10 días	30°C.	7
FCO. No. 2	300 ml.	6.5	40°C.	7
FCO. No. 3	400 ml.	5	60°C.	7

RESULTADOS OBTENIDOS CON EXPERIMENTO EN DIGESTORES DE UNA SOLA CARGA.

TABLA # 4.1

FCO.	VOL.CARGA	TRH TEORICO	TEMP.°C.	PH	PROD.DE GAS	CONC. ACIDOS VOL.	ALCALINIDAD BICARBONATO	TRH REAL
1	200 ml.	10 días	30	7	6 lts.	400 mg/l.	2100 mg/l	9
2	300 ml.	6.5 días	40	7	8 lts.	350 mg/l.	3000 mg/l	7
3	400 ml.	5 días	60	7	12 lts.	270 mg/l.	3050 mg/l	6

OBSERVACIONES:

En todos los casos el estiércol se observó completamente digerido las fases u horizontes del contenido de los digestores, se podían observar claramente.

En la segunda serie de experimentación con digestores de una sola carga, se procedió de la misma manera, solo que esta vez, la variante de pH. se modificó excepto para el frasco No. 1 quedando de la siguiente manera:

TABLA # 5 EXPERIMENTO PROPUESTO PARA DETERMINAR PRODUCCION DE GAS EN DIGESTORES DE UNA CARGA VARIABLE: PH Y VOL. DE CARGA, TEMP.

FRASCO	VOL.CARGA	TRH TEORICO	TEMP.	PH
1	200 ml.	10 días	30 c.	7
2	300 ml.	6.5 días	40 c.	6
3	400 ml.	5 días	60 c.	4

RESULTADOS FINALES DE LA SEGUNDA SERIE

TABLA # 5.1 MODELO EXPERIMENTAL DE UNA SOLA CARGA VARIABLE: PH Y VOL.CARGA, TEMP.

FCO.	VOL.CARGA	TRH TEORICO	TEMP.	PH.	PROD.GAS	CONC.ACIDOS VOLATILES	ALCALINIDAD BICARBONATO	TRH REAL
1	200 ml.	10 días	30 c.	7	6.5	300 mg/l	2300 mg/l	8
2	300 ml.	6.5 días	40 c.	6	4.5	700 mg/l	520 mg/l	11
3	400 ml.	5 días	60 c.	4	2.2	1500 mg/l	300 mg/l	15

OBSERVACIONES:

Solo en el frasco No. 1 se observó el estiércol completamente digerido así como las fases u horizontes de constitución, mientras que en los restantes no se presentaron y el aspecto y el olor fueron desagradables.

SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL CON DIGESTOR ANAEROBICO DE
CARGA CONTINUA.

Se procedió a cargar el frasco de 2000 ml. con 200 ml. de estiércol por día.

Para ello se efectuó de igual manera el cálculo de tiempo de retención hidráulica (trh) para admitir 10 cargas consecutivas a fin de que al término del 10o. día se obtuviera la primera carga teóricamente digerida; a partir de ese momento se procedería a extraer la misma cantidad del lodo digerido y a introducir también el mismo volumen en materia orgánica cruda (sin tratar) siguiendo invariablemente los siguientes pasos:

- 1.- DESCARGA DEL LODO DIGERIDO.
- 2.- INTRODUCCION DE UN VOLUMEN DE ESTIERCOL CRUDO, IGUAL A LA CANTIDAD DE LODO EXTRAIDO.

$$\text{TRH} = \frac{\text{VOL. DIGESTOR}}{\text{CARGA DIARIA}} = \frac{2000 \text{ ml.}}{200 \text{ ml.}} = 10 \text{ días.}$$

Estos 10 días son el trh de partida para continuar de ahí en adelante la carga y descarga del digestor por tiempo indefinido.

OBJETIVOS DEL EXPERIMENTO:

- 1.- Corroborar si la carga del primer día se encuentra totalmente digerida al 10o. día.
- 2.- Observar el comportamiento del sobrenadante y las natas, ya que su nivel nos indicaría el lugar de colocación de la llave de purga para el proyecto experimental TANIS X-1
- 3.- Valorar la concentración de ácidos volátiles expresados en términos de ácido acético y la alcalinidad de bicarbonatos como parámetros de una buena digestión.
- 4.- Valorar la eficiencia del embudo-sifón de carga --- para conservar la anaerobiósis y la distribución -- uniforme de la materia orgánica factor importante - para el proyecto TANIS X-1
- 5.- En esta fase no se cuantificó la producción de gas ya que ésto se había hecho con anterioridad.

C O N T R O L E S:

Los mismos anteriormente mencionados.

PRESENTACION DE MODELO EXPERIMENTAL DE CARGA CONTINUA
VARIABLE: VOL. CARGA.

TABLA # 6

DIAS	VOL.CARGA ACUMULADA	TEMPERATURA	PH
* 1er. Día	200 ml.	35°c.	7
2o. Día	400 ml.	35°c.	7
3er. Día.	600 ml.	35°c.	7
4o. Día	800 ml.	35°c.	7
5ª Día	1000 ml.	35°c.	7
6ª Día	1200 ml.	35°c.	7
7o. Día	1400 ml.	35°c.	7
8o. Día	1600 ml.	35°c.	7
9o. Día	1800 ml.	35°c.	7
10o.Día	2000 ml.	35°c.	7

* Primera descarga de lodos digeridos al decimo día.

RESULTADOS FINALES DE LA SEGUNDA FASE CON
MODELO DE CARGA CONTINUA

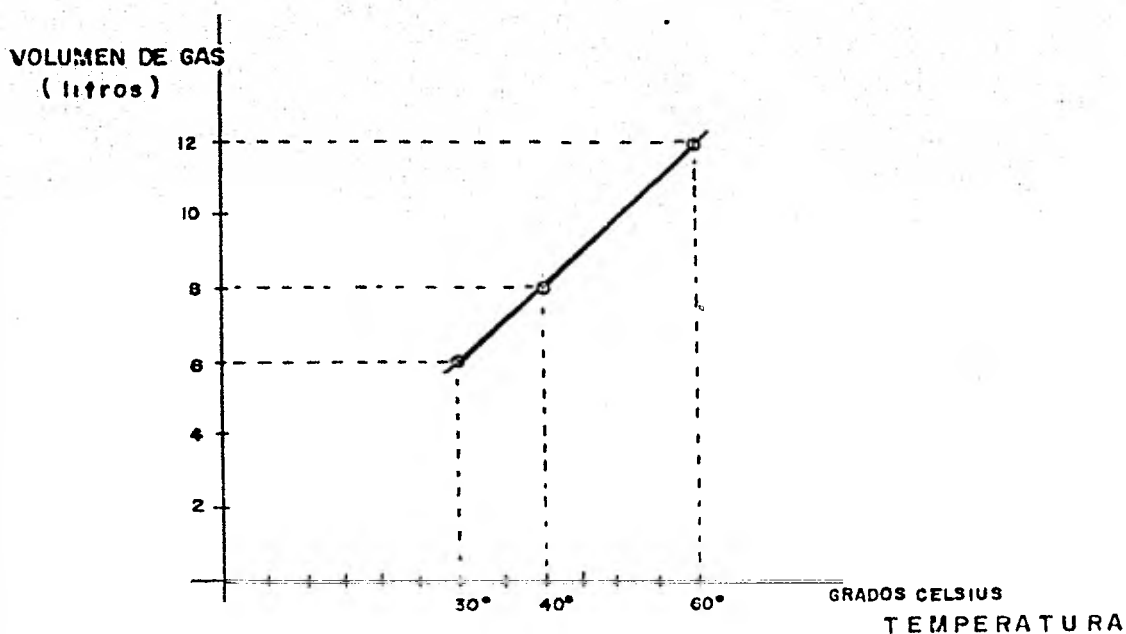
TABLA # 6.1

VARIABLE: VOL. DE CARGA

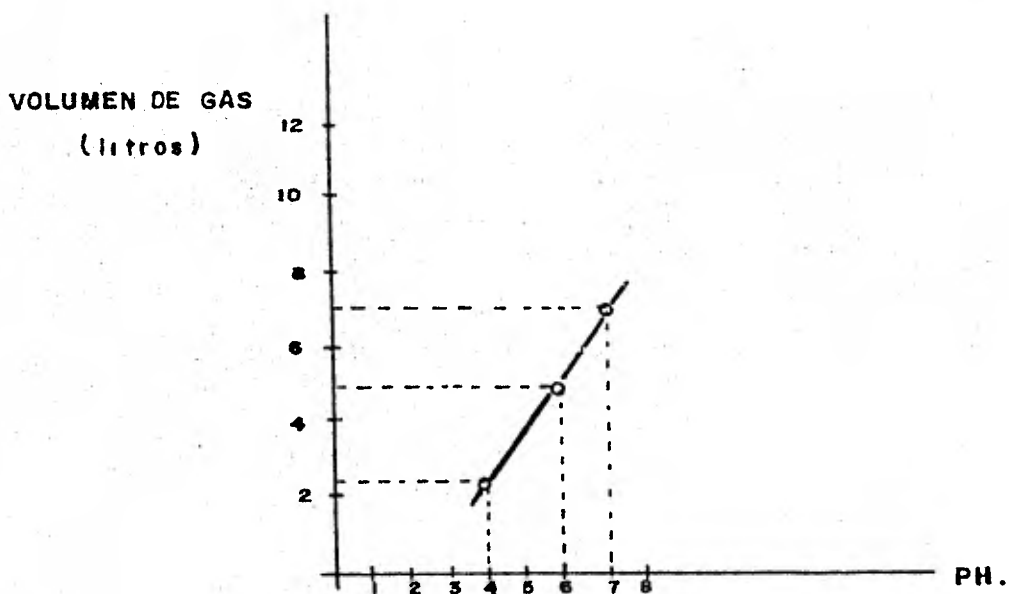
CARGAS	PH	CONC.ACIDOS VOLATILES.	ALC.BICAR BONATO.	PROD. GAS.	CARAC.DEL LODO.
1a.	7.2	400 mg/1	2200	CONS- TANTE	NEGRUSCO, DIGERIDO Y SIN --- OLOR NAU- SEABUNDO.
2a.	7.4	396 mg/1	2400	"	"
3a.	7.2	400 mg/1	2190	"	"
4a.	7.	403 mg/1	2000	"	"
5a.	7.1	402 mg/1	2080	"	"
6a.	7.5	389 mg/1	3000	"	"
7a.	7.8	380 mg/1	3200	"	"
8a.	7	401 mg/1	1900	"	"
9a.	7.1	402 mg/1	2000	"	"
10a.	7.6	399 mg/1	3030	"	"

V.- RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS.

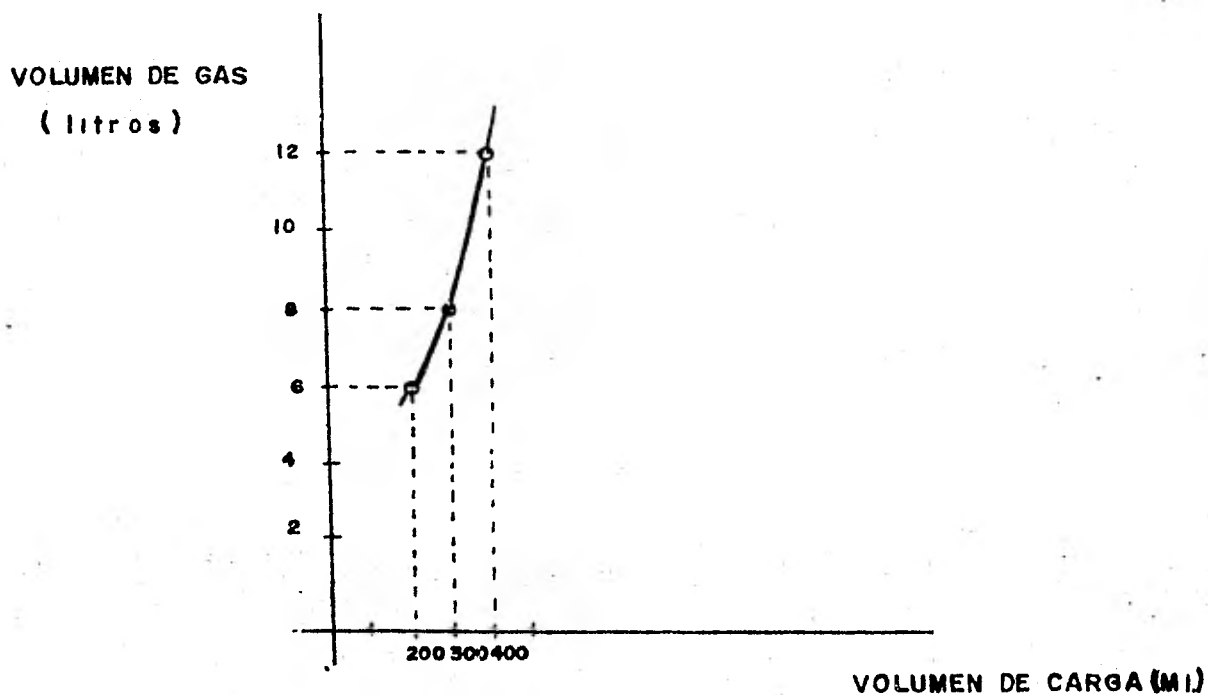
1.- Temperatura: Se observó la importancia que representa en el proceso de digestión anaeróbica, actuando como un catalizador de la reacción, como puede constatarse en la tabla 4.1, donde los volúmenes de gas producidos se manifiestan rápidamente en un menor lapso de tiempo conforme la temperatura asciende. El rango óptimo para la digestión es de 40 a 60 grados (termófila), aunque a estas temperaturas las bacterias metanógenas son más sensibles a las variaciones de temperatura, considerándose por lo tanto un rango más práctico de 35 grados constantes.



2.- PH: Observandose la tabla 5.1 se puede apreciar la importancia que representa mantener la digestión a un PH constante de 7 a 8, ya que en rangos inferiores se obtiene un cese en la reacción, constatándose por la baja o casi nula producción de gas como la que se obtuvo experimentalmente.



3.- Volumen de carga: En condiciones óptimas - de temperatura y PH se observa que es proporcional a la cantidad de gas, lodo y sobrenadante producido en la digestión. También se corroboró el tiempo estimado para la estabilización final (TRH) mediante el cálculo con la formula para tal fin resultando datos muy aproximados a los que se obtienen:



4.- Finalmente se observó que la materia orgánica se encontraba digerida al tiempo calculado con una producción adecuada de espumas y sobrenadante en los tercios superiores de los digestores experimentales. Tomando en cuenta todos los factores anteriores y el comportamiento de la materia orgánica en fases continuas se proyectó el modelo TANIS X-1.

VI.- MODELO EXPERIMENTAL TANIS X-1

FUNCIONAMIENTO DEL DIGESTOR ANAEROBICO DE
CARGA CONTINUA MODELO TANIS X-1

Se trata de un digestor al que diariamente se le está -
introduciendo la carga de estiércol proveniente de 60 -
vacas y cuyo volumen ha sido calculado para admitir la
carga de 7 días.

Al termino de esos 7 días se obtiene la primera porción
de lodos digeridos correspondiente a la carga del pri-
mer día. A partir de este momento diariamente se proce-
derá a extraer la misma cantidad de lodo digerido y a -
introducir también el mismo volumen en excremento, cru-
do, siguiendo invariablemente los pasos que a continua-
ción se indican.

1.- Extracción del sobrenadante por medio de la llave -
que se tiene para ese efecto.

2.- Descarga de lodo digerido.

3.- Introducción de un volumen de estiércol crudo, igual a la cantidad del lodo extraído.

PRODUCCION DE GAS METANO PARA ESTABLO DE 60 VACAS
CON DIGESTOR ANAEROBICO DE CARGA CONTINUA MODELO
TANIS X-1

Cantidad de estiércol diario = 2,100 kg/día.

Cantidad de gas metano producido = (2,100 kg.) (340 ---
1/kg.) (0.64) = 457 m³.

Cantidad de k.cal./día - (457 m³.) (8.3 $\frac{\text{k.cal.}}{\text{m}^3}$) = 3,793
k.cal/día.

Esta energía transformada en kilowatts-hora resulta de:

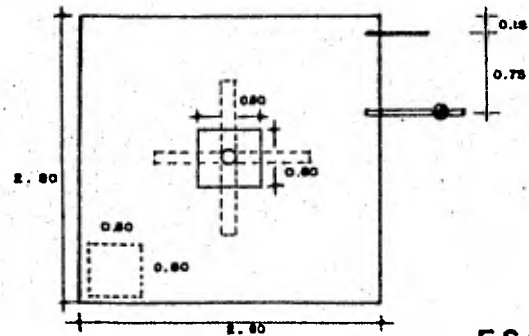
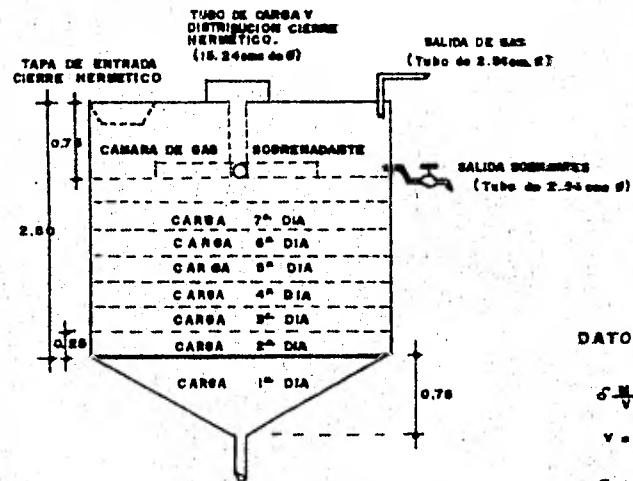
(3,793 k.cal/día) (1.167 kw-h./k.cal.) = 4,426.5 kw-h.

Energía suficiente para alimentar 29.5 casas habita----
ción con un consumo mensual de 150 kw./h.

El equivalente horse-power/h. es de:

(4,426.5 kw/h.) (1.56 hp/h./k.cal.) = 6,905.4 hp/h. Po-
tencia suficiente para proporcionar energía a 9 bombas
de 32 hp. cada una durante 24 horas.

LUJAN, MUÑOZ, GUERRA.
1982.



DATOS DE CALCULO .

$$G.M.: V = \frac{M}{\rho}$$

$$V = \frac{2100 \text{ Kg.}}{1.0828} = 1934 \text{ lit.}$$

$$T = \frac{V}{1934}$$

$$V = 1.984 \times 7 \therefore$$

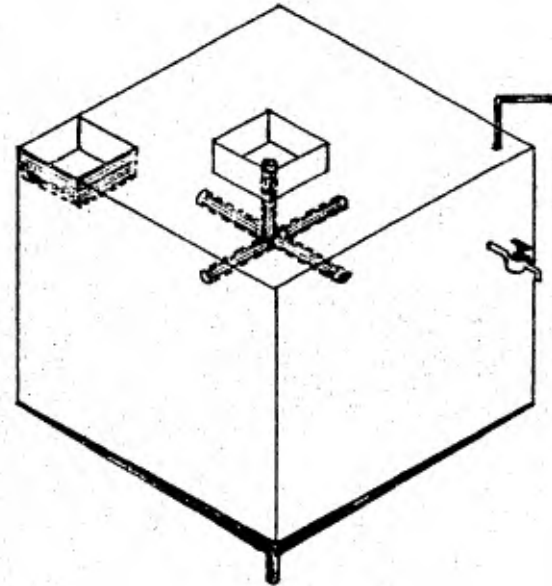
$$V = 13.748 \text{ m}^3$$

$$TRH = \frac{\text{Vol. Dig.}}{\text{Vol. carga}}$$

$$TRH = \frac{13.748 \text{ m}^3}{1.984 \text{ m}^3}$$

$$TRH = 7 \text{ DIAS}$$

ESC. 1: 50

**UNAM**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
MEDICINA VETERINARIA

TESIS PROFESIONAL

DIGESTOR DE CARGA CONTINUA
MODELO TANIS X-1

JORGE LUJAN MUÑOZ | 1982

PRESUPUESTO DE DIGESTOR MODELO TANIS X-1

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
LIMPIA Y TRAZO	LOTE	1.00	\$ 200.00	\$ 200.00
EXCAVACION	M ³ .	37.00	180.00	6,600.00
MADERA PARA --				
CIMBRA.	M ²	25.0	312.00	7,800.00
CIMBRADO.	M ² .	25.0	70.00	1,750.00
FABRICACION CO				
LADOS.	M ³ .	11.60	2,200.00	25,500.00
HABILITADO DE				
FIERRO.	Kg.	800	9.00	7,200.00
ESCALERA MARI				
NA.	LOTE	1.00	500.00	500.00
				\$ 49,550.00
CEMENTO	TON.	4.00	3,000.00	12,000.00
VARILLA	TON.	0.800	24,000.00	19,200.00
MADERA	M ² .	25.00	312.00	7,800.00
ARENA	M ³ .	6.00	400.00	2,400.00
GRAVA	M ³ .	9.00	400.00	3,600.00
ALAMBRE RECOC.	Kg.	20.00	23.00	500.00
TUBERIA DE AL-				
BAÑAL.	M.	6.00	70.00	400.00

CRUZ DE CEMENTO	PZA.	1.00	\$ 150.00	\$ 150.00
NIPLE Y VALVU--				
LA DE COBRE.	LOTE	1.00	150.00	150.00
TAPA DE REGIS--				
TRO.	PZA.	1.00	250.00	<u>250.00</u>
				\$46,450.00

T O T A L \$ 96,000.00

=====

VII.- RECOMENDACIONES PARA SU USO.

- 1.- El estiércol debe introducirse en condiciones líquidas pastoso.
- 2.- El recipiente de carga debe permanecer siempre lleno, con objeto de minimizar la entrada de aire al digestor.
- 3.- Evitar la contaminación del estiércol con detergentes y desinfectantes.
- 4.- No introducir material no biodegradable tales como, plásticos, hules y fibras sintéticas ni tampoco introducir sólidos que obstruirían los ductos de entrada y salida.
- 5.- Tomar una muestra del contenido del digestor en la descarga, a fin de analizarla para determinar pH en el cual debe permanecer entre 7 y 8.
- 6.- En caso de que el pH baje de 7 deberá agregársele 10-12 kgs. de CaO (cal apagada) y suspender una carga, no así la descarga.
- 7.- Si pasa de 8 deberá agregarse 2 litros de ácido acético glacial diluido al 50% hasta que se restablezca su pH.
- 8.- Con el objeto de mantener más estable la temperatura dentro del digestor y su facilidad de manejo

se recomienda, su construcción sea subterránea, -
aprovechando cualquier hueco, depresión o excava-
ción.

VIII.- D I S C U S I O N.

- 1.- Temperatura: Al ascender la temperatura no signi-
fica que se incremente la cantidad de gas produci-
do por unidad de materia orgánica ya que la canti-
dad de energía liberada es igual a la cantidad de
materia presente.
- 2.- pH : A niveles inferiores de 7 y 8 se observa ---
inhibición del proceso y aumento en el tiempo de
retención hidráulica (TRH) en cambio la concentra-
ción de ácidos volátiles aumenta, mientras que la
alcalinidad de bicarbonato disminuye.
- 3.- Volumen de carga: Al aumentar la disponibilidad -
de la carga diaria del sustrato, disminuye el ---
tiempo de retención hidráulico; esto se cumple --
siempre y cuando la digestión haya superado la --
fase crítica de adaptación, representado por el -
grupo bacteriano.

4.- TRH : La estabilización final de la materia, está determinado por todos los factores anteriores, y sobre todo por el volumen de carga diaria ya que éste propiciará una mayor o menor atmósfera anaeróbica. A menor volumen de carga la atmósfera aeróbica es mayor por lo tanto tardará más tiempo para su estabilización final, sucediendo en forma contraria con volúmenes mayores.

Nunca se igualará el volumen de carga diaria con el volumen del digestor ya que siempre deberá existir un espacio para la acumulación de natas, sobrenadante y gas.

IX.- C O N C L U S I O N E S .

La operación del modelo TANIS X-1 es altamente benéfi
ca por las siguientes razones:

- Su construcción es sencilla.
- No requiere de personal especializado para su opera
ción.
- Su costo puede ser recuperado a mediano plazo, debi
do a que el propietario obtendrá productos de alto
costo que puede utilizar o vender tales como:
fertilizantes de primera orden, líquidos nutrientes
además considerables cantidades de gas combustible.
- Se elimina en forma radical la población de moscas,
favoreciendo las condiciones sanitarias de la explo
tación y por ende el incremento en la producción.
- Se eliminan olores fétidos producidos por el estiér
col acumulado.

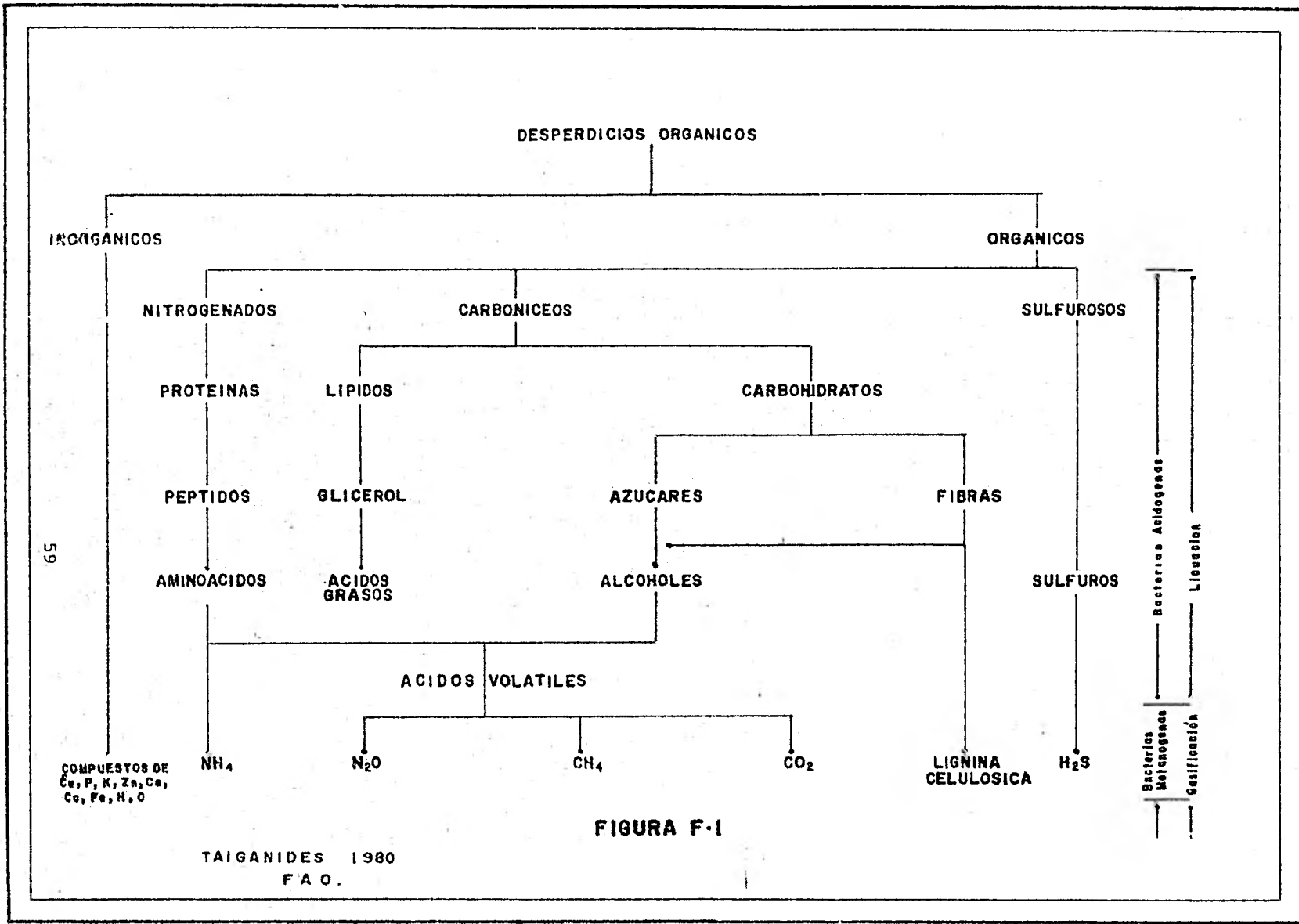
Por las razones expuestas se concluye que sí se justi
fica la instalación del modelo TANIS X-1 en cualquier
tipo de explotación pecuaria siempre y cuando, se ---
calcule el digester apropiado.

X A N E X O

ESTIERCOL Y MOSCAS

UNO DE LOS PROBLEMAS DE LA INDUSTRIA LECHERA





I ETAPA
Conversión de los
Desechos

Compuestos Organicos
Complejos

Bacterias Productoras
de Acidos

Acidos
Organicos

II ETAPA
Estabilización de
los Desechos

Bacterias Productoras
de Metano

CH₄
CO₂

FIGURA F · I.1

C I E C C A - S A R H .
1979

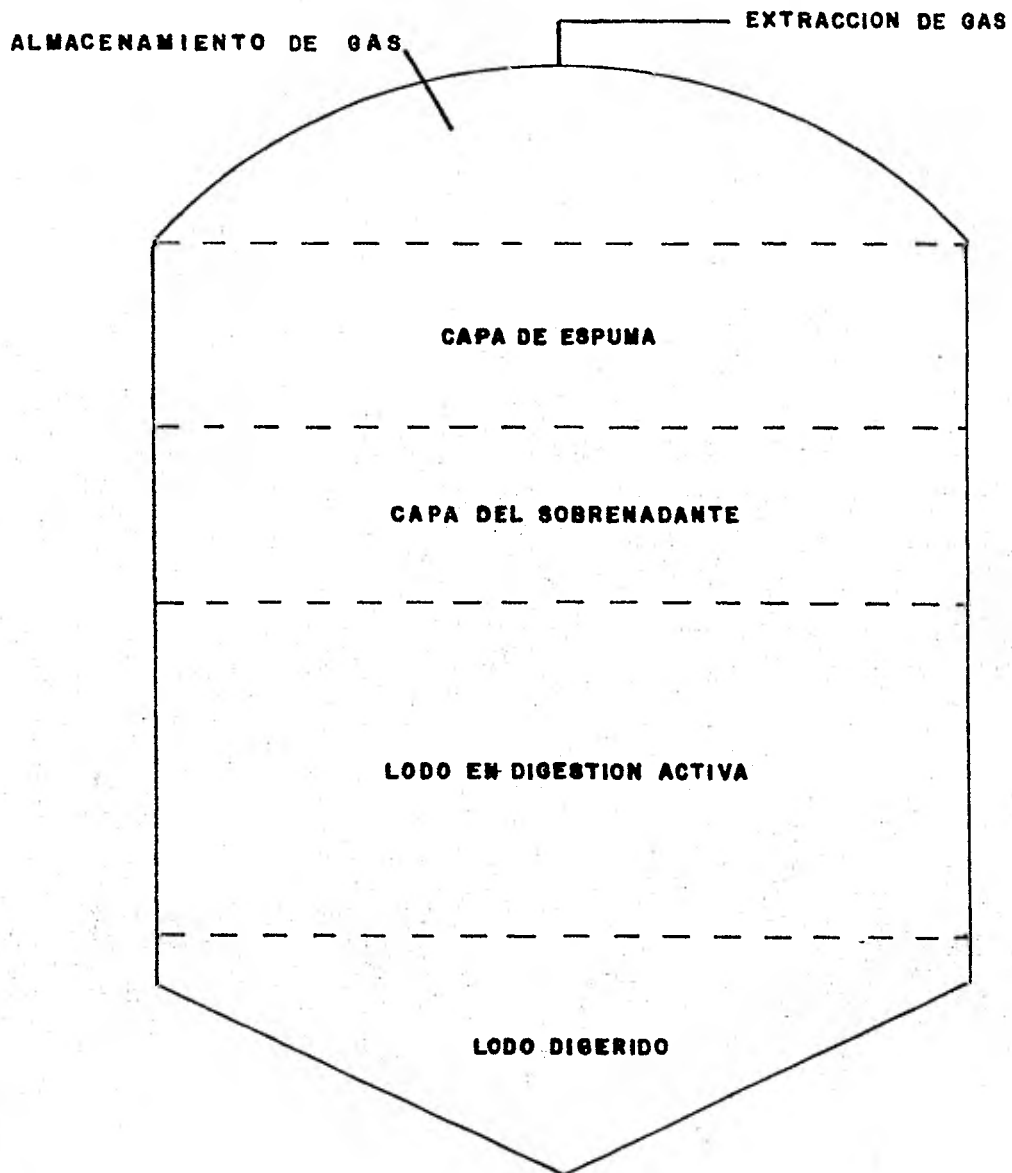


FIGURA F-II ESQUEMA QUE MUESTRA EL CONTENIDO DE UN DIGESTOR, DISTRIBUIDAS LAS DIFERENTES PORCIONES POR SU PESO ESPECIFICO.

LUJAN - 1982
 PROYECTO TANIS X-I

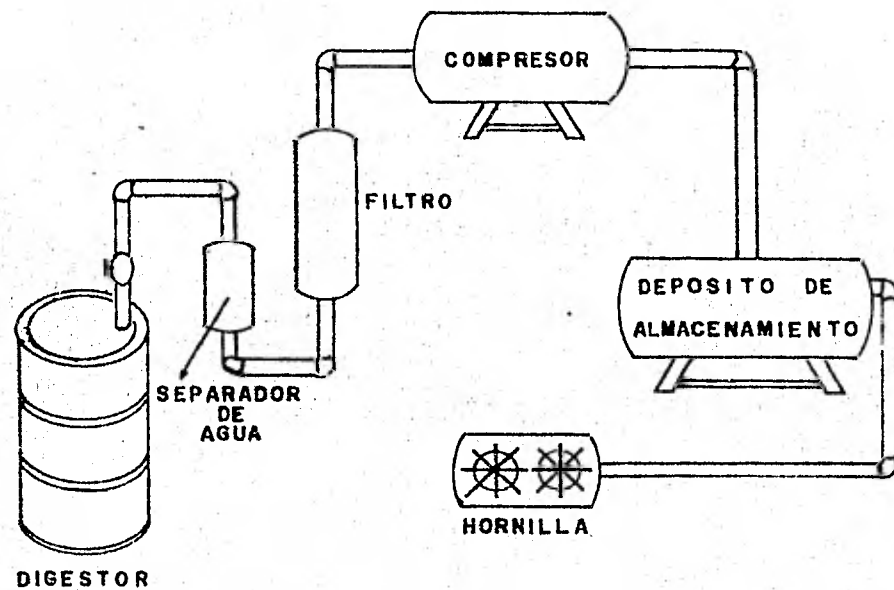


FIGURA F·III MODELO ENTRE MUCHOS QUE EXISTEN.

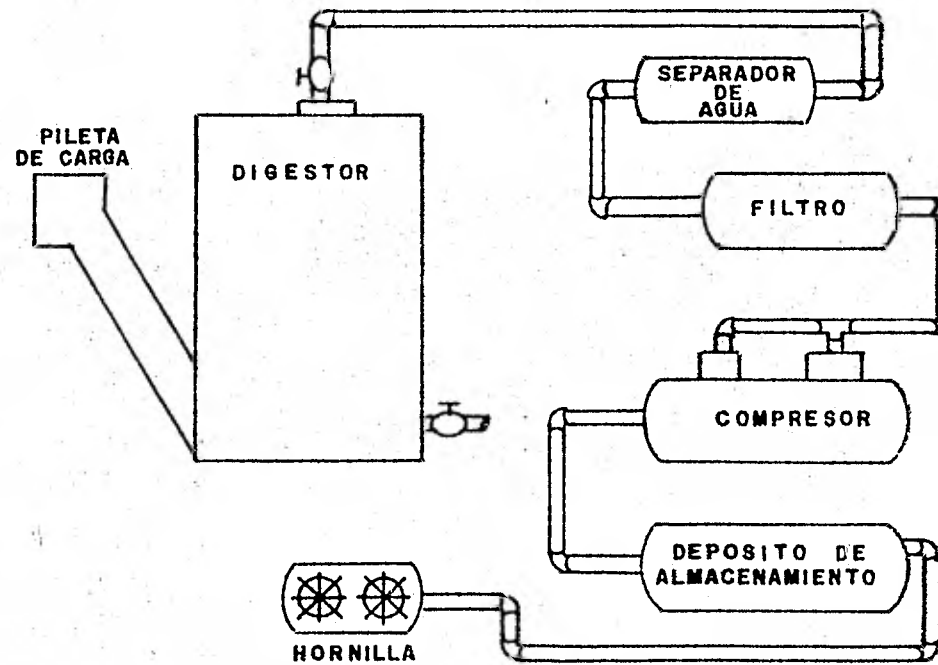
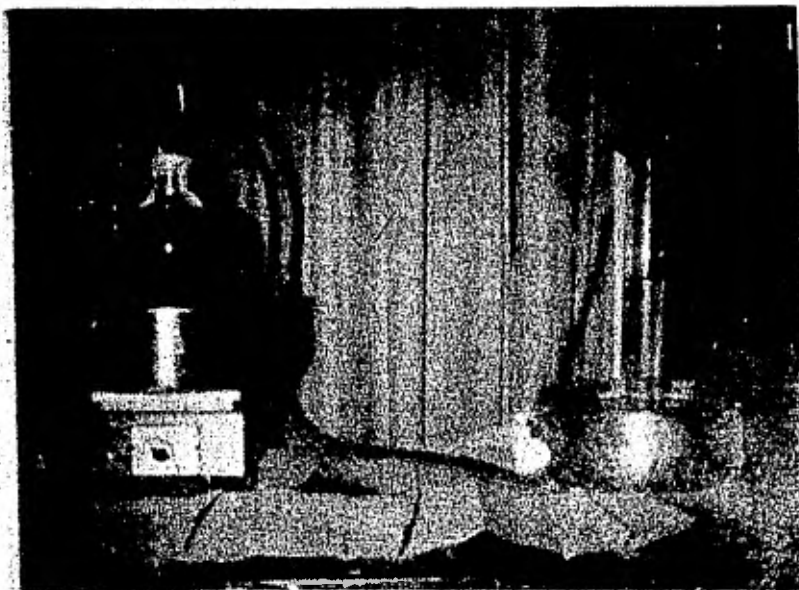


FIGURA F·IV MODELO DE DIGESTOR ENTRE MUCHOS QUE EXISTEN.

MODELO EXPERIMENTAL
DIGESTOR DE CARGA CONTINUA



DETERMINACION VOLUMETRICA
DE GAS

DETERMINACION DE ACIDOS VOLATILES POR EL METODO
NORMAL UTILIZANDO REACTIVOS MERCK.

I.- GENERALIDADES: Los ácidos grasos volátiles son los seis primeros ácidos de bajo peso molecular, que se clasifican como "Acuo-Solubles", siendo los únicos que se pueden destilar a la PRESION ATMOSFERICA. Estos ácidos volátiles se pueden eliminar de su solución acuosa por destilación con vapor, puesto que a pesar de sus altos puntos de ebullición, presentan altas tensiones de vapor.

El método se basa en la destilación de una muestra de la cual se ha separado el lodo por tratamiento con cloruroferrico, filtración al vacío, con auxiliares de filtración, concentración del filtrado y destilación a vapor del licor concentrado después de saturarlo con sulfato de magnesio. Se puede lograr una recuperación del 92% al 98% de los ácidos volátiles que se encuentran en los sólidos de aguas negras.

II.- A P A R A T O S:

- a) Generador de Vapor. De un litro de capacidad, con tubo de seguridad y válvula de derivación del vapor.
- b) Matraz de Destilación. De un litro.
- c) Refrigerante. De un mínimo de 75 cm. de longitud.
- d) Matraz Receptor. Provisto de tubo de cal-sodada para proteger del aire al destilado.
- e) Embudo Buchner. De 14 cm. de diámetro con succión.

III.- R E A C T I V O S:

- a) Acido Sulfurico 1 + 1
- b) Solución de Cloruro Férrico equivalente a 500 mg/l.
- c) Auxiliar de Filtración, de Silice de diatomeas.
- d) Sulfato de Magnesio $7H_2O$
- e) Solución de Hidróxido de Sodio 0,1N.
- f) Indicador de Fenolftaleína equivalente a: 5g de fenolftaleína en 500 ml. de alcohol etílico, diluido en 500 ml. de agua más hidróxido de sodio 0.02N presentando un ligero

ro color rosa.

IV.- PROCEDIMIENTO: Se toma una muestra de lodo de 200 a 1000 ml., se ajusta a un pH de 3.5 con ácido sulfúrico; se le agregan 6 ml. de solución de cloruro férrico y 50 de auxiliar de filtración; se mezcla bien. Se filtra por succión a través de un embudo de Buchner con una hoja de papel filtro recién cubierta con una capa delgada de auxiliar de filtración. Se lava el residuo 3 ó 4 veces con agua y se ajusta el filtrado a un pH de 11 con solución de Hidróxido de Sodio. Finalmente se concentra por evaporación a un volumen de 150 ml. y se enfría en refrigerador. Se ajusta el filtrado enfriado a un pH de 4, con ácido sulfúrico y se vierte rápidamente en forma cuantitativa, al matraz de destilación agregándose Sulfato de Magnesio hasta un ligero exceso de saturación. Se calienta el matraz con flama pequeña hasta que se inicie el desprendimiento rápido de ácidos volátiles, con lo que se evita un aumento excesivo en el volumen de la mezcla. A continuación se inicia la destilación a vapor, en forma lenta para que se recojan unos 200 ml. de destilado en unos 25 minutos; se aumenta después la velo-

cidad de destilación y se continúa la operación hasta lograr un total de 600 ml. de destilado.

TITULACION:

Se titula el destilado con Solución de Hidróxido de Sodio 0.1N, usando fenolftaleína como indicador.

CALCULO.- mg./l de ácidos volátiles totales=
como ácido acético.

$$\frac{\text{ml. NaOH 0.1N X 6000}}{\text{ml. de muestra}}$$

DETERMINACION DE CARBONATO DE CALCIO POR EL METODO
NORMAL UTILIZANDO REACTIVOS MERCK.

Se determina en el licor que se separa de los lodos -
por reposo.

I.- REACTIVOS.

- a) Solución valorada de ácido sulfúrico 0.05N
- b) Indicador de Fenolftaleína, equivalente a 5g. de fenolftaleína en 500 ml. de alcohol etílico disueltos en 500 ml. de agua destilada más hidróxido de sodio 0.02N presentando un ligero color rosa.

c) Indicador de anaranjado de Metilo, equivalente a 0.5g. de anaranjado de Metilo en un litro de agua destilada.

II.- PROCEDIMIENTO: En una probeta de 100 ml. se miden 50 ml. de licor sobrenadante de la muestra, se agregan 3 gotas de fenolftaleína y se titula con ácido sulfúrico 0.05N hasta la desaparición del color rosa, registrándose el volumen de ácido gastado como "F". Se agregan 3 gotas de anaranjado de metilo y se continúa la titulación hasta el vire a un ligero color rosa, registrándose el volumen de ácido gastado, incluyendo el de la fenolftaleína como "T"

III.- CALCULO:

a) Alcalinidad a la Fenolftaleína como mg/l de $\text{CaCO}_3 = F \times 50$



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 1	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO	Prop.	
	NE:	F. Muest. —	
	NO.	F. Analisis —	

ANIONES

I O N	P P M	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ²⁻		0.0208				
CL ⁻		0.0282				
NO ₃ ⁻		0.0161				
NO ₂ ⁻		0.0217				
M A F						

CATIONES

CO ₃ ²⁻		0.0333				
HCO ₃ ⁻		0.0164				
M A D						

Na ⁺		0.0435				
K ⁺		0.0256				
NH ₄ ⁺		0.0554				
M A C						

Ca ²⁺		0.0499				
Mg ²⁺		0.0823				
M T						

CNC. SALINA TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 2100 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 400 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:
CLASE: DE CHASE PALMER
INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 9/marzo/82

ANALIZO 
 ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 2	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7.	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO.	Prop.	
	NE:	F. Muesl. —	
	ND.	F. Analisis —	

ANIONES

I O N	P P M	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻		0.0161				
NO ₂ ⁻		0.0217				

Σ AF

CATIONES

CO ₃ ⁻²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				

Σ AD

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				

Σ AC

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				

Σ T

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 3000 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 350 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE:

DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 7/marzo/82

71

ANALIZO

ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 3	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO	Prop.	
	NE:	F. Muest. —	
	ND.	F. Analisis —	

ANIONES

I O N	P P M	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				
M AF						

CATIONES

CO ₃ ⁻²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
M AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
M AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
M T						

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 3050 mg/l (Ca CO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (Ca CO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 270 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE:

DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 6/marzo/82

72

ANALIZO *Armando Flores*
 ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 4	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
	SABOR	Edo:	
T campo:	COLOR	Localidad:	
PH Lab. 7	USO:	Prop.	
T Lab.	NE:	F. Muesl.	
	ND.	F. Analisis	

ANIONES

I O N	P P M	l/e	r	Er	% r	Σ % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				
Σ AF						

CATIONES

CO ₃ ⁺²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
Σ AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
Σ AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
Σ T						

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 2300 mg/l	(Ca CO ₃)	SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL	(Ca CO ₃)	FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD	MMHOS	OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 300 mg/l	(CH ₃ -COOH)	

TIPO:

CLASE: DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 17/marzo/82

73

ANALIZO *Armando Flores*
 ING. ARMANDO FLORES ZUÑIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 5	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 4.5	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO:	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	ND.	F. Analisis	

ANIONES

ION	PPM	l/e	r	εr	%r	ε%r
SO ₄ ²⁻		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻		0.0161				
NO ₂ ⁻		0.0217				
M AF						

CATIONES

CO ₃ ²⁻		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
M AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
M AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
M T						

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 520 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 700 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE:

DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 20/marzo/82

74

ANALIZO

ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No MUESTRA 6	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T. campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 4	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO.	Prop.	
	NE:	F. Muest. —	
	ND.	F. Analisis —	

ANIONES

I O N	P P M	l/e	r	€ r	% r	€ % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				
Σ AF						

CATIONES

CO ₃ ⁺²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
Σ AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
Σ AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
Σ T						

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 300 mg/l (Ca CO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (Ca CO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 1500 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE:

DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 24/marzo/82

75

ANALIZO *Armando Flores Zúñiga*
 ING. ARMANDO FLORES ZÚNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 7	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7.2	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	NO.	F. Analisis	

ANIONES

ION	PPM	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				
Σ AF						

CATIONES

CO ₃ ⁺²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
Σ AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
Σ AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
Σ T						

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 220 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD	MMHOS	OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 400 mc/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE:

DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 7/abril/82

76

ANALIZO *Armando Flores*
 ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 8	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7.4	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	NO.	F. Analisis	

ANIONES

I O N	PPM	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻³		0.0161				
NO ₂ ⁻²		0.0217				
			Σ AF			

CATIONES

CO ₃ ⁻²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
			Σ AD			

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
			Σ AC			

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
			Σ T			

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 2400 mg/l(CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 396 mg/l(CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE: DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 8/abril/82

77

ANALIZO

ING. ARMANDO FLOREZ ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 9	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7.2	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	ND	F. Analisis	

ANIONES

I O N	P P M	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				
Σ AF						

CATIONES

CO ₃ ⁻²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
Σ AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
Σ AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
Σ T						

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 2190 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 400 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:
CLASE: DE CHASE PALMER
INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 9/abril/82

78

ANALIZO *Armando Flore Zuniga*
 ING. ARMANDO FLORE ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 10	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SADOR	Edo:	
PH Lab. 7.0	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO.	Prop.	
	NE:	F. Muesl.	
	ND.	F. Analisis	

ANIONES

ION	PPM	l/e	r	Er	% r	£ % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				

Σ AF

CATIONES

CO ₃ ⁺²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				

Σ AD

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				

Σ AC

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				

Σ T

CNC. SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 2000 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 403 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE: DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 10/abril/1982

79

ANALIZO *Armando Flores*
 ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 11	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BUNTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7.1	COLOR	Localidad	
T Lab.	USD.	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	ND.	F. Analisis	

ANIONES

I O N	P P M	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				

M AF

CATIONES

CO ₃ ⁻²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				

M AD

Nb ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				

M AC

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				

M T

CNC SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 2080 mg/l (Ca CO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (Ca CO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 402 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:
 CLASE: DE CHASE PALMER
 INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 11/abril/82

80

ANALIZO *Armando Flores Zuniga*
 ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 12	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7.5	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO.	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	ND.	F. Analisis	

ANIONES

ION	PPM	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				
Σ AF						

CATIONES

CO ₃ ⁺²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
Σ AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0266				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
Σ AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
Σ T						

CNC SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 3000 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 389 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:
CLASE: DE CHASE PALMER
INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 12/abril/82

81

ANALIZO *Armando Flores Zuniga*
 ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 13	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7.8	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO.	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	ND.	F. Analisis	

ANIONES

I O N	P P M	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻		0.0161				
NO ₂ ⁻		0.0217				
M AF						

CATIONES

CO ₃ ⁻²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
M AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
M AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
M T						

CNC SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 3200 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 380 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE:

DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 13/abril/82

82

ANALIZO

ING. ARMANDO FLORES ZUÑIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No MUESTRA 14	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO.	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	NO.	F. Analisis	

ANIONES

I O N	PPM	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				
			Σ AF			

CATIONES

CO ₃ ⁺²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
			Σ AD			
Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
			Σ AC			
Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
			Σ T			
CNC. SALINA					TOTAL	

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 1900 mg/l (CaCO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 401 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE:

DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 14/abril/62

83

ANALIZO *Armando Flores Zuniga*
 ING. ARMANDO FLORES ZUNIGA



DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS
 SUBDIRECCION DE GEOHIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE EVALUACION GEOHIDROLOGICA
 LABORATORIO DE GEOQUIMICA

PH campo:	OLOR	POZO No. MUESTRA 15	Observaciones EST. ESP. SEDIMENTOS BENTALES
T campo:	SABOR	Edo:	
PH Lab. 7.1	COLOR	Localidad	
T Lab.	USO.	Prop.	
	NE:	F. Muest.	
	ND.	F. Analisis	

ANIONES

I O N	PPM	l/e	r	ε r	% r	ε % r
SO ₄ ⁻²		0.0208				
CL ⁻¹		0.0282				
NO ₃ ⁻¹		0.0161				
NO ₂ ⁻¹		0.0217				
Σ AF						

CATIONES

CO ₃ ⁺²		0.0333				
HCO ₃ ⁻¹		0.0164				
Σ AD						

Na ⁺¹		0.0435				
K ⁺¹		0.0256				
NH ₄ ⁺¹		0.0554				
Σ AC						

Ca ⁺²		0.0499				
Mg ⁺²		0.0823				
Σ T						

CNC SALINA

TOTAL

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	PPM	BORO (B)
ALCALINIDAD TOTAL 2000 mg/l (Ca CO ₃)		SILICE (SiO ₂)
DUREZA TOTAL (Ca CO ₃)		FLUOR (F)
CONDUCTIVIDAD MMHOS		OXIGENO DISUELTO
ACIDOS VOLATILES 402 mg/l (CH ₃ -COOH)		

TIPO:

CLASE:

DE CHASE PALMER

INDICE GEOQUIMICO

FECHA DE ANALISIS 15/abril/82

84

ANALIZO *Armando Flores Zúñiga*
 ING. ARMANDO FLORES ZUÑIGA

XI BIBLIOGRAFIA

1.- Energía Solar.

Fertilizantes y Gas (Bioconversión)

Cartilla No. 17

Dirección General de Aprovechamiento de Agua ---

Salinas y Energía Solar.

México, D.F. 1979.

2.- Solarimetría.

Cartilla No. 13

Dirección General de Aprovechamiento de Agua ---

Salinas y Energía Solar.

3.- Recuperación de Recursos.

Sistemas de biogas.

Jerome Goldstein.

Compost Science,

Enero 1979.

4.- Los Desechos.

F.M. Jesús Arias Chávez.

Proyecto Xochicalli.

México, D.F. 1978.

Consultores Tecnicos y Asociados.

Casa Ecologica.

Ozumba Edo. de México.

5.- Revista Planeación.

Organo Informativo de la Subsecretaría de Planeación.

Volumen 11 No. 9

Junio de 1980.

6.- Moscas... Moscas...

Boletín Ram No. 5

Cortesía Jhon Derre

de México.

7.- Memorias del Seminario Internacional de Ecología.

Salud y Desarrollo Económico.

Naucalpan Edo. Mex.

Junio de 1977.

8.- Proyecto de Tanque Digestor para Ozumba Estado --
de México.

Mayo de 1980.

SARH Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica.
Dirección General de Aprovechamientos Hidráulicos.

9.- Programa Río Sabinal.

Consultores Tecnicos y Asociados;

Director General M. Jesús Arias Chávez.

10.-La biomasa como energético,

Revista del Instituto de Investigaciones Eléctri-
cas.

Palmira Cuernavaca, Mor.

11.-Como usar las fuentes de energía,

Stoner H. C.

Editorial Diana-1978

12.-Solar Energy Thermal Processes.

J. Willey.

Intercience-1974

13.- Termodinámica.

Faires M. V. and Clifford M.

Utaha-1973.

"Cap. estudio general de los motores alternati-
vos"

Pag. 106

14.- Energéticos.

Boletín Informativo del Sector Energético # 5

Junio de 1980.

15.- Instalaciones Hidráulicas Sanitarias.

Vol. II.

Limusa.

Alfredo Plazola Cisneros.

16.- Alternate Natural Energy.

Davison Schuber,

Soucer in Building Desing N.Y. Vain-1977

17.- Manuel Técnico del Agua.

Pelletier, S.A.
Socreté Généralé D' Eporatióñ.
De Gremonf-1973.
Paginas 11-101
Cap. I

18.- Estadística Básica para la Planeación Agropecua-
ria y Forestal SARH.

México, D.F. Octubre 1979.

Subsector Pecuario (Pag. 165-224)

19.- Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexica
nos 1977-1978.

México, D.F. Junio 1980.

Secretaría de Programación y Presupuesto,

Coordinación General de Servicios Generales de
Estadística,

Geografía e Informática.

20.- Manual de Procedimientos de Laboratorio y de ---
Productos.

Becton Dickinson Méx. S.A. C.V.

21.- Medicina Veterinaria.

Cap. 24-603-622

Blood Henderson.

Cuarta Edición Interamericana.

22.- Manual de Análisis Cuantitativo.

Mario Gutiérrez Contreras.

2a. Edición.

COFAA I.P.N.

23.- Manual de Química Aplicada.

Juárez Rochin.

Cap. V Análisis de aguas.

2a. edición.

Impreso en México.

24.- Análisis Químico Cuantitativo.

Cap. V

Luis J. Curtman.

2a. Edición.

Editorial Nacional.

25.- Cuestión de Vida o Muerte.

Giordano Repposi.

Historia Ilustrada de Ecología.

Editorial Círculo de Lectores.

26.- Plantas de Tratamiento Primario de Aguas Residuales.

Vol. I Pags. 126-230

Subsecretaría de Planeación.

Dirección General de Protección y Ordenación
Ecológica.

27.- Producción de Carne Bovina.

Ronald V. Digans.

Clarence e Bundy.

3a. edición,

Editorial Continental.

Cap. Enfermedades parasitarias.

28.- Parasitología Veterinaria.

Geoffrey la Paje.

4a. edición.

CECSA. Cap. "Los Artropodos"

29.- Microbiología.

Philp L. Carpenter.

4a. edición.

Nueva Editorial Interamericana.

30.- Microbiología Médica.

Ernest Jawest.

6a. edición.

Editorial Manual Moderno.

31.- Tesis Profesional UNAM-FESC

Tratamiento de estiércol.

Mediante Digestores anaeróbicos.

Modelo Experimental TANIS X-1

1982.

P.M.V.Z. Jorge Luján Muñoz.

Ing. Abel Muñoz Elias.

Ing. Ramón Guerra Alonso.

32.- Biogas.

Recuperación de energía de los Excrementos Animales.

Revista Mundial de Zootecnia.

FAO-1980 # 35

Parte I

E.P. TAIGANIDES.

33.- Bioquímica.

Lehninger.

Editorial Omega.

2a. edición.

Cap. # 16 Pags. 427, 428 y 430

34.- El Agua Subterránea y los Pozos.

Jhonson División.

VOPC. INC.

1a. edición 1975

Cap. 18 Elementos del tratamiento del Agua.

Pags. 399-420.

35.- Historia Universal.

"El Alba de la Civilización"

(El fertil creciente)

Pags. 60-65 Daimon.

Carl. Grimber.