

142A  
2ej

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ENSILAJE DE LA PLANTA DE MAIZ CON ESTIERCOL  
DE CERDO Y BOVINO EN ALIMENTACION DE  
RUMIANTES

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
ROBERTO LEON ROSSANO

ASESORES:

DR. FERNANDO PEREZ - GIL ROMO  
DRA. MA. ESTHER ORTEGA CERRILLA

MEXICO D. F.

ENERO 1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





## **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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## INDICE GENERAL

Capítulo	Página
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	2
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
III.1 PLANTA DE MAIZ (Zea mays) COMO FORRAJE VERDE	3
III.2 ENSILAJE	8
III.3 ESTIERCOL	16
III.3.1 PRODUCCION	16
III.3.2 COMPOSICION Y PROPIEDADES	17
III.3.3 METODOS ALTERNOS DE CONSERVACION DE LOS EXCREMENTOS	25
III.3.4 UTILIZACION DE LAS EXCRETAS EN RACIONES ALIMENTICIAS	27
IV. JUSTIFICACION	34
V. HIPOTESIS	35
VI. OBJETIVOS	36
VII. MATERIAL Y METODOS	37
VIII. RESULTADOS	45
IX. DISCUSION	49
X. CONCLUSIONES	55
XI. CUADROS	56
XII. LITERATURA CITADA	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
I. COMPOSICION QUIMICA DE LAS HECE DE NOVILLO Y VACA EN BASE SECA.	20
II. ANALISIS QUIMICO DE EXCREMENTO DE BOVINOS DE LECHE EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y PRODUCCION EN BASE SECA.	21
III. COMPOSICION QUIMICA DEL ESTIERCOL DE BOVINO COMPARADO CON DISTINTOS PORRAJES EN BASE SECA.	22
IV. COMPOSICION QUIMICA DE LAS HECE DE CERDO EN BASE A MATERIA SECA.	24
V. EXCREMENTO DE BOVINO, CERDO Y AVES ENSILADOS CON PORRAJE DE MAIZ; COMPOSICION Y CARACTERISTICAS FERMENTATIVAS.	30
VI. DISTRIBUCION DE LOS ENSILADOS EN LOS ANIMALES DURANTE EL ESTUDIO.	42
VII. ANALISIS DE VARIANZA PARA UN CUADRADO LATINO 5X5	44
VIII. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL (%) DE LA PLANTA DE MAIZ, ESTIERCOL DE BOVINO Y CERDO.	56
IX. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL (%) DE LOS DIFERENTES NIVELES DE INCLUSION DE ESTIERCOL DE BOVINO Y CERDO EN LA PLANTA DE MAIZ ANTES Y DESPUES DE ENSILAR.	57
X. (%) DE FRACCIONES DE FIBRA (FIBRA DETERGENTE NEUTRO, FIBRA DETERGENTE ACIDA Y LIGNINA) EN LOS DIFERENTES NIVELES DE INCLUSION DE ESTIERCOL DE BOVINO Y CERDO EN LA PLANTA DE MAIZ ANTES Y DESPUES DE ENSILAR.	58
XI. PH PROMEDIO Y PRODUCCION DE ACIDOS GRASOS VOLATILES EN LOS DISTINTOS ENSILADOS DE PLANTA DE MAIZ CON Y SIN ESTIERCOL DE BOVINO Y CERDO.	59
XII. PROMEDIO DE pH EN LIQUIDO RUMINAL EN BORREGOS ALIMENTADOS CON LOS DISTINTOS ENSILADOS.	60

Cuadro No.	Página
XIII. CINETICA DE DESAPARICION DE MATERIA SECA EN RUMEN (%) EN LOS DISTINTOS ENSILADOS.	61
XIV. PORCENTAJE DE DESAPARICION "IN SITU" DE PAREDES CELULARES EN RUMEN EN LOS DISTINTOS ENSILADOS.	62
XV. PORCENTAJE DE DESAPARICION "IN SITU" DE FIBRA DETERGENTE ACIDA EN RUMEN EN LOS DISTINTOS ENSILADOS.	63
XVI. PROMEDIOS DE CONSUMO APARENTE DE LOS ENSILADOS, MATERIA SECA, PROTEINA CRUDA Y PESO INICIAL/FINAL EN BORREGOS.	64

LEON ROSSANO ROBERTO; ENSILAJE DE LA PLANTA DE MAIZ CON ESTIERCOL DE CERDO Y BOVINO EN ALIMENTACION DE RUMIANTES (Bajo la Dirección del Dr. Fernando Pérez-Gil Romo y Dra. Ma. Esther Jitega Cerrilla).

## I. RESUMEN

La presente investigación se efectuó con el objeto de evaluar el valor nutritivo del ensilaje de la planta de maíz adicionando estiércol de bovino y cerdo en dos niveles: 20 y 40% en base húmeda obteniendo 5 diferentes tratamientos que fueron: A) Ensilaje de la planta de maíz sin estiércol, B) Ensilaje de la planta de maíz con 40% de estiércol de bovino, C) Ensilaje de planta de maíz con 20% de estiércol de bovino, D) Ensilaje de la planta de maíz con 40% de estiércol de Cerdo, E) Ensilaje de la planta de maíz con 20% de estiércol de cerdo. Elaboradas las dietas se llenaron en costales de 40 kg. forrados con bolsas de plástico y en tambos metálicos con capacidad de 200 litros forrados también con plástico, sellándolos perfectamente, permaneciendo durante 90 días. Los ensilajes fueron analizados por medio del análisis químico proximal, fracciones de fibras. (fibra de tergente neutro, fibra detergente ácida y lignina) pH, ácidos grasos volátiles y láctico. Las dietas fueron probadas en 5 borregos castrados machos con fistula ruminal permanente. Los animales recibieron las dietas durante 10 días, de los cuales 8 fueron de acostumbramiento; en los siguientes días se colocaron 4 bolsas de dacrón con muestra (3g) en el rumen de cada animal para determinar la desaparición de materia seca y fracciones de fibra a las 6,12,24 y 36 hrs. posteriores a su colocación. Al extraer las bolsas se tomaron muestras de líquido ruminal al igual que al colocarlas para determinar el pH del rumen. A los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza de un diseño completamente al azar. Y para comparar entre medias se empleó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ . El análisis químico proximal de cada uno de los tratamientos antes y después de ensilar presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en su contenido protéico, observando un mayor contenido de éste en el ensilado conteniendo 40% de estiércol de cerdo en relación con los 20 y 40% de estiércol de bovino, tanto el inicio como el final del proceso de fermentación, este incremento fue debido al efecto de dilución producido por el proceso de fermentación de los hidratos de carbono. Con respecto al contenido de paredes celulares al término del ensilaje, la planta de maíz sin estiércol y en ensilado con 20% de estiércol de cerdo notó un incremento significativo de éstas ( $P < 0.05$ ), debido a una mayor utilización del contenido celular. En la producción de ácidos grasos volátiles en los diferentes ensilados, se observó que la adición de estiércol de cerdo y bovino con 40% provoca una ligera reducción de ácido acético y propiónico en relación al ensilado de la planta de maíz sin estiércol. En cuanto a sus Tiempos medios de digestión encontrados en la fibra neutro detergente y fibra detergente ácido para cada tratamiento se observó que la planta de maíz sin estiércol y los ensilados con 20% de estiércol de cerdo y bovino fueron mayores en sus tiempos medios de digestión que en los tratamientos con 40% de estiércol de cerdo y bovino que fue más lenta.

## II. INTRODUCCION.

En los últimos años, ha sido prioritario la producción de alimentos básicos, como consecuencia la producción de alimentos para los animales es cada vez menor. En la mayoría de los países, -- la demanda de proteínas de origen animal se ha incrementado, debido al crecimiento demográfico.

Esta creciente demanda puede satisfacerse aumentando las importaciones tanto de producto animal como de alimentos de origen vegetal. Sin embargo esta práctica puede conducir a un desequilibrio comercial y una dependencia alimentaria cada vez más grande, que a la fecha empieza a notarse fuertemente. (66)

Por consiguiente, en muchos países, entre los cuales se encuentra México, tiene la urgente necesidad de incrementar la producción interna de productos animales y para lograr lo anterior, --- será necesario modificar los sistemas de alimentación y de explotación pecuaria. Por esta razón y porque la producción de alimentos -- balanceados depende en mucho de las importaciones es necesario un -- cambio en la alimentación, es el de sustituir los granos de las dietas alimenticias por esquilmos agrícolas (pajas, rastrojos), subproductos agroindustriales (pulpas, melezas, etc.) y desechos pecuarios estiércol, gallinaza) como base de la alimentación, con lo que tal vez no se logren aumentos diarios, pero el costo de los mismos serán menores (3,14,17).

Estos subproductos que existe abundante en nuestro país, se puede emplear para la alimentación animal e indudablemente serán de gran utilidad en los periodos de sequía y que éstos permitan mejorar los índices de productividad. (78)

Entre ellos ha recibido particular interés la planta de maíz (Zea mays), después de la cosecha del elote, que es, una de las

plantas más utilizadas en la alimentación tanto del hombre como de los animales. Para el humano se destina el grano maduro y tierno; en los animales se utilizan los tallos y las hojas en estado verde o en forma de rastrojo, que alcanzan volúmenes de producción 24 263 272 toneladas durante 1985 (28), no es de extrañarse que se haya producido este gran volumen de rastrojo, debido a que desde tiempos remotos hasta la actualidad, el maíz ha sido un alimento básico en la dieta mexicana.

El maíz se caracteriza por la amplitud y especialidad de su adaptación ambiental y es el único que se cultiva en los tres grandes pisos ecológicos de nuestro país: en tierras calientes, en templadas y en fría; desde el nivel del mar hasta alturas de 3000 m. s.n.m., desde el extremo sur hasta la frontera norte, el maíz se adapta a las distintas condiciones climatológicas de temperatura y humedad y crece con menos de 500 mm. de precipitación anual, fluctuando hasta por encima de los 1500 mm. (78).

### III. REVISION BIBLIOGRAFICA

#### III.1. PLANTA DE MAIZ (Zea mays) COMO FORRAJE VERDE.

Como se mencionó anteriormente, existe un gran interés por destinar mayor cantidad de maíz para la producción de grano y esto trae como consecuencia la necesidad de quitar la mazorca, quedando simplemente, la materia verde de la planta, que comprende al tallo y las hojas, que dentro de la composición de forraje, se compone de dos fracciones básicas, las paredes celulares, que son en esencia la fibra del forraje y el contenido celular. Dentro de la primera fracción se encuentran los glúcidos estructurales, celulosa y hemicelulosa, así como la lignina que limita la digestión de las anteriores. El contenido celular comprende los glúcidos solubles, almidón, fructosa y sacarosa y otros azúcares simples, así como la proteína y otros compuestos nitrogenados no protéicos. (29,87)

En base a estas características, se dice que los forrajes están constituidos por tres fracciones (29,79) que pueden ser o no digeridas por el rumiante:

- a) Una fracción de hidratos de carbono que es fácilmente fermentable por los microorganismos ruminales.
- b) Una fracción de celulosa y hemicelulosa potencialmente digerible, pero la presencia de la lignina es parcialmente aprovechada.
- c) Una fracción de lignina y sílice esencialmente indigerible por la microflora ruminal.

Este complejo que se encuentra en las células que en forma tradicional se ha dividido en tres componentes: la laminilla media, la pared primaria y la pared secundaria. La laminilla media es el espacio existente entre las paredes de dos células adjuntas. La pared primaria se forma en la planta en desarrollo y es la más dinámica de las estructuras, es la pared exterior de la célula que le da su forma y se alarga conforme la planta crece. La pared secundaria de la célula se forma dentro de la pared primaria, provee de rigidez a la célula. El lumen de la célula está ubicado centralmente rodeado por la pared secundaria y contiene el protoplasma celular activo (78,87).

La laminilla media está formada principalmente por la pectina que también se infiltra a la pared primaria y está ligada a la celulosa y hemicelulosa. Esta última está compuesta por la fibrillas celulósicas que se ubica sin ningún orden, en cambio la pared secundaria está integrada por las fibrillas de celulosa organizada en capas que descansan en diversas direcciones. La hemicelulosa existe en mayor cantidad en la pared secundaria pero infiltra a la primaria e incluso a la laminilla media. Cuando el crecimiento de la planta se completa, la lignina se deposita en la pared secundaria combinándose con la hemicelulosa y celulosa para dar la rigidez final a la célula (80). En la figura 1, aparece un corte transver-

sal en el que se muestra la relación cuantitativa de éstos compuestos.

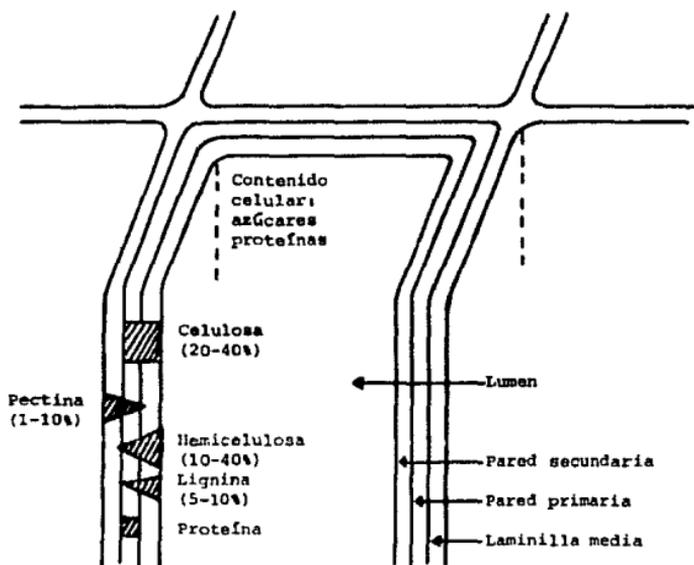


Figura 1. REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA ESTRUCTURA CELULAR DEL FORRAJE QUE MUESTRA SUS CAPAS COMPONENTES. LAS CIFRAS - ENTRE PARENTESIS SON LAS CANTIDADES QUE CON FRECUENCIA SE ENCUENTRAN EN LA MATERIA SECA DEL FORRAJE. (Van Soest, 1973) (79).

La celulosa es el polisacarido más abundante de los componentes de la pared, la estructura de la celulosa se debe a la - - unión de varias unidades de glucosa por enlaces B-1,4. Hay eviden--cia de que existen entre 1,400 y 10,000 residuos de glucosa en la - molécula, pero el número de unidades de azúcar por cada cadena y el peso molecular de la celulosa varía con la especie de la planta - - (19).

La celulosa es desdoblada inicialmente por acción de --celulasas a cadenas de anhidro-glucosa, las que a su vez son poste--riormente hidrolizadas para la obtención de celobiosa; ésta es des--doblada ya sea a glucosa por medio de una celobiosa o a glucosa 1--fosfato por una fosforilasa. La disponibilidad de la celulosa para los microorganismos ruminales se considera entre el 25 y 90% (29).

La hemicelulosa es un polisacarido amorfo que incluye - cadenas cortas de glucanos, polímeros de xilosa, arabinosa, ramno--sa, galactosa y ácidos urónicos, como el ácido glucurónico y el - - galacturónico (29,81). La hemicelulosa varía en contenido de un - - tipo de material vegetal a otro con un rango de 30 a 40%. Su desdo--blamiento por xilosidasas B1-4, producen xilo-oligosacáridos, xilo--biosas y finalmente xilosas. La hemicelulosa puede definirse como - la parte de la pared celular soluble en álcali frío diluido. (36)

La lignina es un compuesto no carbohidrato que da el --soporte estructural a las paredes celulares de las plantas y como - tal se trata en forma extensiva con los carbohidratos. (78)

La lignina es un polímero amorfo de derivados del fenilpropano de elevado peso molecular. Su estructura específica no está bien descrita y su forma puede variar ampliamente de un tipo de - - planta a otro. Fundamentalmente es una estructura compleja formada por ligaduras de carbono-a-carbono y de éter, resistente al ácido y

al álcali. La lignina se encuentra en las plantas leñosas, tales como mazorcas, cáscaras y las porciones fibrosas de raíces, tallos y hojas.

Su contenido aumenta conforme la planta madura y sus ligaduras químicas, en especial con hemicelulosa y celulosa, reducen en forma notable la digestibilidad de esta última. (85)

Los rumiantes tienen la capacidad inherente de digerir la celulosa y hemicelulosa y de utilizar el NNP, gracias a su población simbiótica microbiana ruminal.

Es bien conocido el hecho de que la biomasa microbiana presente en el rumen está constituida por una multitud de microorganismos de diferente especie, predominando las bacterias y protozoarios ciliados. Algunos de los géneros bacterianos más importantes, por su capacidad para degradar a los principales carbohidratos de los alimentos son: Bacterioides, Fuminococcus, ciertos Clostridium, Celobacterias y Butirivibrio. (29,91)

Los protozoarios más comunes en el rumen, pertenecen a los géneros: Isotriquia, Dasitriquia, Diplodinio y Entodinio.

Las bacterias del rumen se han agrupado, según el sustrato que fermenten, dividiéndose en: celulolíticas, hemicelulolíticas, sacarolíticas, proteolíticas, lipolíticas, utilizadoras de ácidos, hidrogenantes. (42,91)

Las bacterias celulíticas son las que producen la celulasa, que es una enzima extracelular capaz de hidrolizar los enlaces beta de la celulosa, produciendo celobiosa. Algunas de ellas también aprovechan la celobiosa para la producción de celobiosa, que a su vez liberan glucosa (42). La degradación de la celulosa -

es un proceso de rompimiento del polímero en pequeñas moléculas de diferente peso molecular como oligosacáridos, di o trisacáridos.

Los principales microorganismos de acción primordialmente celulolíticas son: Bacteroides succinogénos, Ruminococcus flavefaciens, que existen hasta un 15% de la flora bacteriana - - (46)

La participación de los protozoarios en la degradación de la celulosa no es muy clara, pero varios géneros incluyen: Diplodinium y Epidinium, ingieren partículas de celulosa y parcialmente la digieren (19,29).

En relación a la digestión de la hemicelulosa, que son atacados por microorganismos hemicelulolíticos, liberando las pentosas, hexosas y ácidos urónicos, convirtiéndolos en glucosa o - - fructosa. Las especies involucradas son: B. succinogénos, B. ruminicola, B. amilogenes, B. fibrosolvens, R. flavefaciones. Hay que recordar que las especies bacterianas aptas para atacar la celulosa, también atacan en grado similar a la celulosa y las enzimas -- involucradas pueden ser las mismas para ambos polisacáridos. La -- hemicelulosa es digerida en la misma extensión que la celulosa. En la degradación de la Hemicelulosa los protozoarios del rumen participan activamente con la producción de hemicelulosas y/o xilanas. Entre las especies más importantes se encuentran: Epidinium ecaudatum, Eremoplaston bovis y mezclas de Eubacterium (89,91).

### III.2. ENSILAJE.

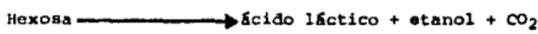
Una manera de conservar el forraje excedente es ensilándolo. El ensilaje es básicamente un proceso de fermentación - - anaeróbica, en donde los azúcares hidrosolubles son fermentados por bacterias homolácticas que producen ácido láctico o bien por bacte

rias heterolácticas que producen ácido láctico, acético, manitol, etanol y CO<sub>2</sub> así mismo las levaduras pueden intervenir produciendo ácido láctico, etanol y Bioxido de carbono (52).

FERMENTACION HEMOLACTICA



FERMENTACION HETEROLACTICA



La formación de ácido láctico en cantidades abundantes asegura la preservación del ensilaje en grado óptimo, por lo que generalmente la presencia de este metabolito se ha asociado con la calidad del producto. Normalmente durante la fermentación la proteína de los forrajes es degradada, esta proteólisis comienza inmediatamente después de que el forraje ha sido cortado, por lo que aunque se ensile adecuadamente, es frecuente que exista una disminución en la proteína. Bajo estas condiciones las enzimas de los vegetales parecen ser las principales responsables de la disminución de la proteína verdadera (84). La fermentación de los hidratos de carbono de los forrajes se hace posible, debido a que las bacterias aeróbicas que predominan el forraje fresco, son reemplazadas rápidamente por bacterias anaeróbicas cuando el forraje es ensilado, razón por lo que normalmente las bacterias presentes en el forraje son suficientes para iniciar la fermentación (77).

Al ensilar, se tiene como objetivo conseguir y mantener condiciones anaeróbicas para facilitar la proliferación de lactobacilos, con el fin de que estas bacterias produzcan elevadas concentraciones de ácido láctico, el cual actúa como conservador (52,89), con el fin de impedir el crecimiento de microorganismos indeseables (en especial clostridium). Así mismo la mayoría de --

los investigadores dan gran importancia al hecho de lograr y mantener un pH menor a 4.2, pero mayor a 3 (89). Si los clostridiums -- proliferan, ocurre una segunda fermentación, en donde los hidratos de carbono solubles y el ácido láctico producidos, son degradados a ácido acético, ácido butírico y bioxido de carbono, padeciendo -- desaminación y transaminación de los amino ácidos. La fermentación del material puede entonces resultar en la dominancia de cualquiera de los productos siguientes: ácido láctico, ácido butírico, -- ácido acético, alcohol, y el ensilaje se clasifica entonces como -- láctico, butírico, acético y puede ser influenciado por alguno de los fenómenos siguientes (52,77,88).

**RESPIRACION-** Cuando un silo no ha sido compactado adecuadamente, el aire presente en el mismo, es empleado por los vegetales y los microbios, para convertir los azúcares y al almidón en bioxido de carbono y agua, fenómeno acoplado con el calentamiento del material. La respiración es entonces perjudicial, puesto que -- reduce la disponibilidad de azúcares para el proceso fermentativo; retarda el inicio de la fermentación, dañando a las proteínas del alimento y ocurren pérdidas por escurrimiento y por gasificación.- fig.2.



Fig.2. MECANISMO DE LA RESPIRACION EN UN SILO

**FERMENTACION-** En un silo bien compactado y/o hermético la respiración es de corta duración, por lo que en ausencia de -- aire los microorganismos "benéficos" convierten los azúcares en --

ácido láctico, y éste preserva el alimento por tiempo indefinido.

**REFERMENTACION-** Si por algún motivo ocurre la entrada de aire (ó de agua), se desarrollan microbios invasores que convierten el ácido láctico y los azúcares en ácido butírico; calienta el material; descomponen las proteínas en amoníaco y otros compuestos indeseables, facilitan el crecimiento de hongos. fig.3.

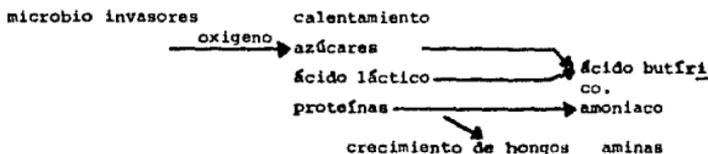


Fig.3. MECANISMOS DE LA REFERMENTACION EN UN SILO

Una limitante que impide que muchos forrajes se puedan ensilar satisfactoriamente, es la falta de glúcidos solubles, ya que cuando su contenido es bajo, ninguna bacteria puede producir suficiente ácido láctico para conservar el forraje. Cuando el material a ensilar no reúne los requisitos mencionados con anterioridad, es posible subsanar dichas deficiencias, agregando al forraje una gran diversidad de compuestos químicos y de cultivos microorganismos, los cuales se han designados como métodos de manipulación de fermentaciones de ensilajes, lo que según su mecanismo de acción se puede clasificar en siete grupos (62,77).

1. CONTROL DE HUMEDAD. El contenido ideal de agua del forraje - al momento de ensilar es entre 66 y 72%. Sin embargo, esto no siempre se logra y habrá entonces, casos de material que está demasiado húmedo o seco.

- El forraje con mucha agua tendrá mayores pérdidas por escu-

rrimiento, fenómeno que arrastra nutrimentos solubles como son azúcares, proteínas, vitaminas, minerales etc. Además -- puede promover el crecimiento de microbios detrimentales -- para el proceso fermentativo. Por lo mencionado anteriormente se puede resolver; ya sea marchitado al sol o sea dejando al forraje tendido en el campo, o depositando capas de -- un material seco como pajas o rastrojos.

- Si el forraje a ensilar contiene muy poca humedad, tiende a disminuir su densidad, y por lo tanto, se dificulta su compactación y se aumenta el desperdicio por contaminación, -- por lo que se puede adicionar agua, ya sea en forma directa ó mediante el empleo de materiales con elevada humedad, -- como son forrajes tiernos, subproductos de frutas etc.

2. ACIDOS MINERALES U ORGANICOS. Se agregan con objeto de acelerar la acidificación del material y con ello alcanzar un pH óptimo en menor tiempo y frenar la fermentación con el consiguiente ahorro en la cantidad de sustratos empleados por los microorganismos.

3. ANTIBIOTICOS Y BACTERIESTATICOS. Dado que la fermentación indeseable se debe a la proliferación de clostridios y otros microorganismos nocivos y esto se han tratado de controlar mediante la -- adición de antibióticos y otras sustancias bacteriostáticas como el formol.

4. MICROORGANISMOS. Es deseable que exista una gran cantidad de lactobacilos en el material ensilado, sin embargo, existen en el -- mercado algunos productos para ser añadidos a los ensilajes que -- son lactobacilos liofilizados.

5. INGREDIENTES ESPECIFICOS. Se emplean para subsanar algunas -- de las deficiencias composicionales de los forrajes. Así por ejemplo; si los pastos son pobres en su contenido de glúcidos fermentables, se les puede adicionar melaza de caña, granos molidos ó cualquier otro ingrediente rico en glúcidos simples; si la pobreza es en proteínas el empleo de urea, sales de amonio, excretas de galli

naza etc. estará indicado.

6. SALES MINERALES. Algunos cloruros, sulfatos y carbonatos se adicionan con el objeto de incrementar la capacidad amortiguadora del ensilaje, y así retrasar propositivamente el proceso de fermentación.

7. ALCALIS FUERTES. Como los hidróxidos de sodio y de potasio tienen la particularidad de inhibir el crecimiento de levaduras y con ello la producción de alcohol, dándose entonces las condiciones propicias para el rápido desarrollo de una población de lactobacilos.

Desde luego que el empleo de aditivos aumenta el costo del proceso de ensilaje, factor que debe tomarse en cuenta para determinar, si los beneficios esperados; menor desperdicio, mayor consumo y mayor producción, justifican los gastos adicionales a efectuar.

Sin embargo, no hay que olvidar que ningún aditivo puede sustituir las prácticas adecuadas de ensilaje, ya que se ha encontrado que el factor constante de la fermentación butírica, es la penetración de aire, en los estadios tempranos de la fermentación (62).

En estas condiciones, las bacterias gram negativas proliferan considerablemente, produciendo concentraciones elevadas de ácido butírico y ácidos grasos de cadena larga. Este tipo de fermentaciones, no se previene con concentraciones elevadas de hidratos de carbono (88).

En general se acepta que si el forraje tiene más de 2.5 a 3% de glúcidos solubles en base fresca, no requiere aditivos para producir un buen ensilado. No obstante, para la conservación -

eficiente del forraje, es necesario minimizar las pérdidas debidas a fermentaciones indeseables, tanto, durante el ensilaje, como posteriormente después de abrir el silo. Se debe considerar que durante la época en que se esta utilizando el ensilado, éste queda expuesto al oxígeno atmosférico pudiendo deteriorarse en la calidad nutritiva, por el crecimiento de microbios, este problema es muy serio en climas cálidos y húmedos (62).

Wilkinson et al (1983) en un estudio de 231 silos de pastos de clima templado, en un período de diez años, llegan a la conclusión de que el nivel apropiado de carbohidratos solubles en agua (CSA) para obtener por fermentación un ensilado estable con bajo pH y ácido láctico dominante, bien conservado, es del 3% del peso en verde. Si el nivel de los CSA es inferior al 2%, la probabilidad de fermentación secundaria aumenta notablemente (88).

Por otra parte, se ha informado (62) que durante el proceso de deterioro aeróbico del ensilado se producen dos elevaciones de temperatura; la primera ocasionada por el crecimiento de levaduras y la segunda por la proliferación de hongos. En condiciones anaeróbicas, el pH ácido es suficiente para preservar adecuadamente el forraje; sin embargo, en condiciones aeróbicas el pH per se, no puede impedir el deterioro aeróbico del ensilado, esto se debe en gran parte a que las levaduras pueden crecer a pH bajos. El deterioro aeróbico causa una fuerte disminución en el contenido de glúcidos y ácido láctico del ensilado, esto es debido a que estos compuestos son usados como sustratos por levaduras y hongos. Por otra parte, se ha observado, que el deterioro aeróbico no se efectúa en ensilados que contienen elevadas concentraciones de ácido butírico y ácido acético (62,78,79) por lo que paradójicamente los ensilados de buena calidad que contengan concentraciones elevadas de hidratos de carbono y ácido láctico serán menos estables que los ensilados de mala calidad, caracterizados por poseer elevadas concentraciones

de butírico y ácidos volátiles.

Los cambios que ocurren en la composición del forraje durante la fermentación, provocan que la energía neta del ensilaje sea mayor a la del forraje antes de ser ensilado (52,82). A este respecto Mc Donald (52) informa que el rango del incremento de la energía bruta de 6 ensilados, varió entre 3.4 y 14.7% del forraje original, sin embargo, la energía metabolizable no experimenta ningún incremento.

En varios experimentos, se ha informado que el consumo voluntario (CV) de los ensilados, es menor que el de los forrajes frescos o beneficiados. Esto se le ha atribuido generalmente a la fermentación ácida durante el ensilaje (84). Sin embargo hasta el momento no existe pruebas contundentes de que C.V. se deprime por las concentraciones elevadas de ácidos grasos volátiles en el forraje ensilado (76).

Wilkins (84), en un estudio con 70 leguminosas encontró una correlación negativa entre C.V. y concentración de amoníaco y ácido acético y una correlación positiva entre C.V. y la concentración de ácido láctico.

En caso de los ensilados mal conservados, tampoco se ha establecido claramente cuál es la causa del bajo consumo voluntario.

Sin embargo, se piensa que es debido a los efectos farmacológicos de las aminas, particularmente de la histamina y triptamina que se encuentra presentes en cantidades importantes en este tipo de ensilados (83).

En términos generales, se puede decir que el ensilaje es un método eficiente que se puede emplear en la conservación de

forraje. Desafortunadamente la mayoría de los forrajes tropicales -- no son aptos para ensilarse, ya que tienen como principal desventaja, el no poseer suficiente hidratos de carbono fácilmente fermentables (niveles inferiores a las de clima templado). Probablemente -- debido a que crecen a una temperatura ambiente más alta, o que las vías de síntesis y asimilación de los carbohidratos son diferentes o ambas causas (78,82,89).

### III.3. ESTIERCOL.

El principal desafío al que se enfrenta la ganadería -- mundial es el diseñar un sistema de eliminación de desechos pecuarios (21,81) que sean eficientes en mano de obra, económicos, que -- satisfagan los requisitos contra la contaminación y que proporcione un medio ambiente limpio y controlador de las moscas para el ganado y los operarios (1,34,53).

El uso más extenso del confinamiento del ganado de -- leche y carne, así como el cerdo durante todo el año, su planificación a escala industrial, y en muchos casos, urbanización de áreas adyacentes a las explotaciones han aumentado el número y la gravedad de los problemas de eliminación de desechos. Ante tal situación se comprende por qué el problema de la contaminación toma un carácter agudo y se sitúa en primer plano, ya que corre el peligro en el futuro de limitar el volumen de las explotaciones en los perímetros habitados o pocos alejados de las poblaciones y se tradujeran en -- la obligación de tener sistemas del manejo del estiércol de recoger y eliminar los desechos animales, evitando la contaminación de aire y del agua y conservando una alta proporción del valor nutriente de los desechos para su reciclaje (1,56).

#### III.3.1. PRODUCCION.

El volumen de excretas producidas diariamente por el --

ganado lebrero y/o carne, depende de varios factores, tales como; - edad del animal, sistemas de alimentación, peso corporal, consumo de materia seca, nivel de inclusión forraje/concentrado de la dieta usada en las distintas etapas de producción (18).

Pérez y Viniegra (66) mencionan que los desechos orgánicos del ganado, corresponden al 8% de su peso corporal, es decir, - que una vaca con un peso de 600 kg. producirá 48 kg. de estiércol/diarios ó 17.5 toneladas al año. La cantidad de excretas eliminada debe sumarse el volumen correspondiente a orina y generalmente - corresponde al 40-50% de la producción diaria de excremento (58).

En cuanto al cerdo, su producción diaria depende también de varios factores, tales como; edad del animal, peso, tipo de alimentación en las diferentes etapas de producción, formas de explotación, construcciones y camas empleadas como retención de la orina ó como aislantes (38,44).

Donde es indudablemente que un animal adulto produzca más estiércol por día, que un chico, es decir un cerdo adulto produce unos 2000 kg. de excretas al año ó sea 5.5 a 6 kg. diarios, re-partidos más o menos en 1,833 kg. de estiércol sólido y 3,667 kg. de orina (74) por lo que en términos generales se acepta, desde un 7 a un 7.5 % de su peso corporal, estas cantidades pueden estar influenciadas con el tipo de alimento que se utilice, es decir, si se usan alimentos acuosos aumentan las deyecciones líquidas, en cambio aumentan las sólidas al comer forrajes o leguminosas (26).

### III.3.2. COMPOSICION Y PROPIEDADES.

Las excretas de los animales están constituidas por los residuos indigestibles del alimento, material celular desprendido de las paredes intestinales durante el paso del alimento, bilis y los residuos de las secreciones glandulares en el tubo intestinal.-

Por lo que el estiércol es el producto que se obtiene de la fermentación anaeróbica sucedida en el intestino de los residuos alimentarios no utilizados.

Esta fermentación sintetiza una considerable cantidad de proteína que es desperdiciada, junto con parte de la energía no aprovechada (66).

Mucha de la proteína de las heces representa, de hecho no la proteína indigestible del alimento, si no la proteína de las bacterias, y mucho de los carbohidratos más lábiles de las heces no son otra cosa que polisacaridos de origen bacteriano (19).

Anthony en 1974 (12) menciona algunas características del estiércol como son; que el nitrógeno se encuentra soluble en un 70% del cual, 20% está en forma de proteína y 30% en forma de urea y amoníaco. La proteína está representada principalmente por células vivas, teniendo éstas la capacidad de sintetizar proteína microbiana a partir de nitrógeno inorgánico. El crecimiento microbiano en el estiércol está limitado principalmente por la poca cantidad de carbohidrato que se encuentra disponible.

El estiércol está constituido por las deyecciones sólidas y líquidas de los animales siendo la parte sólida la más rica en elementos nutritivos, pues contiene más de la mitad del nitrógeno, casi todo el fósforo y poco menos de la mitad del potasio -- (55).

Por lo que en términos generales, el estiércol contiene 84% de humedad y el porcentaje restante corresponde a materia orgánica con 0.17 a 0.23 kg. de nitrógeno y a sales minerales, -- correspondiendo 0.045 a 0.068 kg. de fósforo y 0.17 a 0.20 kg. de potasio, entre otros elementos (86).

Bhattacharya (18) realizó un estudio sobre el valor nutricional del estiércol (CUADRO I) de novillo y vaca, especialmente en proteína cruda, fibra y fracciones de fibra. Donde resaltó, -- que la composición de las heces en los diferentes animales está -- influenciado por el consumo de materia seca y la digestibilidad de la dieta usada en las diferentes etapas de producción.

Palacios y Col en 1982 (64) realizaron un análisis de las características nutritivas del estiércol de un Hato Lechero en las distintas etapas de crecimiento y producción (CUADRO II) donde observaron que el principal factor que puede influir sobre la composición de las heces es la relación del forraje y concentrado; En ese mismo estudio compararon el estiércol de bovino con diferentes tipos de forraje (CUADRO III), resaltando que el estiércol se encuentra ligeramente alto en Proteína Cruda comparando con el pasto Rye Grass (14.63v13.72), siendo de menor contenido de proteína cruda del de Heno de avena (4.91vP.C.).

Smith (72) separó el estiércol en dos fracciones, líquida y sólida para evaluar su valor nutritivo de cada una de las fracciones, encontrando un mayor contenido de proteína cruda en la fracción líquida y bajo en paredes celulares que en la fracción -- sólida; siendo ésta mayor en fracciones de fibra.

En cuanto a la composición química del estiércol del cerdo varía en forma tan importante con el tiempo de almacenamiento y que la anaeróbiosis favorece más dichos cambios. También hay que tomar en cuenta que existen otros factores que también la modificación entre las que se encuentran los siguientes: La edad de -- los animales, la composición de alimento, La digestibilidad de la ración y el porcentaje de sales en la ración (14,18,27).

Las heces del cerdo representan el 46% y la orina el -

CUADRO I  
COMPOSICION QUIMICA DE LAS HECEs DE NOVILLO Y VACA  
EN BASE SECA

COMPONENTE (BASE SECA)	UNIDAD	NOVILLO	VACA
Proteína cruda	%	20.33 <sup>±</sup>	12.7
Proteína verdadera	%	7.7	12.54
Paredes Celulares	%	-	63.0
Lignina	%	-	15.0
Extracto etéreo	%	-	2.5
TND (Borregos)	%	48.0	45.0
Cenizas	%	11.5	16.1
Calcio	%	0.87	-
Fósforo	%	1.60	-
Potasio	%	0.50	-
Magnesio	%	0.40	-
Cobre	mg/kg	31.0	-
Hierro	mg/kg	1340.0	-
Manganeso	mg/kg	147.0	-
Zinc	mg/kg	242.0	-
Alanina	%	0.65	-
Arginina	%	0.18	-
Ac. Aspártico	%	0.71	-
Glicina	%	0.44	-
Ac. Glutámico	%	0.62	-
Histidina	%	0.12	-
Isoleucina	%	0.21	-
Lisina	%	0.47	-
Metionina	%	0.09	-
Prolina	%	0.29	-
Serina	%	0.24	-
Tirosina	%	0.03	-
Valina	%	0.38	-

Bhattacharya, A.N. and Taylor, J.C. 1975 (18).

CUADRO II  
ANALISIS QUIMICO DE EXCREMENTO DE BOVINO DE  
LECHE EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE CRECIMIENTO  
Y PRODUCCION DE BASE SECA.

ETAPA PRODUCTIVA	MATERIA SECA	PROTEINA CRUDA	EXTRACTO ETEREO	CENIZAS	FIBRA CRUDA	ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO	TND.
-Recria	20.21	17.70	3.93	22.70	18.74	36.84	58.24
-Terneras en Desarrollo	17.91	16.21	3.96	24.93	19.63	34.98	56.38
-Gestantes	17.80	16.23	3.89	22.23	20.16	37.52	58.27
-Vacas altas de Producción	18.88	19.20	6.43	18.64	21.34	34.38	63.87
-Vacas Mediana de Producción	17.72	20.61	4.97	15.76	21.58	37.49	64.13
-Vacas Bajas de Producción	18.02	15.36	4.72	25.19	21.91	32.82	58.09
-Vacas Secas	16.38	12.87	4.81	21.72	26.68	33.93	58.14
-Promedio	18.27	16.83	4.67	21.61	21.47	35.42	59.58

Palacios, O.A., Melgarejo, V.L., Sánchez, C.E. y Malaquín, V.C., 1982 (64).

CUADRO III  
 COMPOSICION QUIMICA DEL ESTIERCOL DE BOVINO  
 COMPARADO CON DISTINTOS FORRAJES EN BASE SECA.

	Materia Seca	Proteína Cruda	Extracto Etéreo	Cenizas	Fibra Cruda	ELN.	TND.
Estiercol	17.29	14.63	4.59	20.62	21.80	38.17	59.97
Ensilado de Alfalfa	24.60	12.70	4.06	19.39	22.64	39.81	58.71
Ensilado de Maíz	27.46	8.13	2.49	7.54	29.44	51.39	63.10
Heno de Avena	80.01	4.91	3.28	6.02	33.66	52.13	66.25
Avena Verde	63.57	12.50	4.36	6.61	24.52	52.01	69.47
Forraje de Maíz	18.22	11.59	3.46	6.94	29.67	48.35	66.78
Pasto Rye Grass	27.04	13.72	3.48	9.95	24.67	48.19	65.79

Palacios, O.A., Melgarejo, V.L., Sánchez, C.E. y Malagón, V.C. 1982 (64).

54% en base húmeda; pero en base seca representa 77% de heces y orina el 23%. El pH del estiércol es un promedio de 7.2 a 8.3 (38,44).

La composición química de las heces de cerdo fue analizado por Pearce, G.R. (65) en 24 granjas comerciales (CUADRO IV) encontrando que la gran variabilidad de los componentes de las heces es atribuido a los diferentes clases de cerdo, la composición de la dieta, sistemas de alimentación y suplementación de minerales.

Ochoa y Bravo, reportan que de acuerdo al porcentaje de humedad en las excretas de cerdo varía su proteína cruda, encontrando los siguientes valores: 4.8 p.c. en base húmeda y 19.5 p.c. en base seca; 6.5% p.c. en B.H. y 26 p.c. en base seca (60,61).

Debido al potencial nutritivo (72) que tiene el estiércol es necesario tratarlo adecuadamente. Si se amontona y se deja a la intemperie, pierde elementos nutritivos, los cuales son arrastrados rápidamente y la materia orgánica se descompone y se destruye. Cuando la conservación del estiércol no ha sido el adecuado, las pérdidas de elementos fertilizantes pueden llegar al 60%. Por muy bien que se haya conservado el estiércol, siempre existen pérdidas que se calculan en un 35 a 45% (25,38,67,69,86).

CUADRO IV  
 COMPOSICION QUIMICA DE LAS HECES DE CERDO EN BASE  
 A MATERIA SECA

CONSTITUYENTES	UNIDAD	PROMEDIO	RANGO
Proteína cruda	%	19.0	11.0 - 31.0
Fibra cruda	%	18.0	7.0 - 23.0
Extracto etéreo	%	5.0	2.0 - 9.0
Cenizas	%	17.0	10.0 - 28.0
F. D. N.	%	45.0	20.0 - 60.0
F. D. A.	%	24.0	10.0 - 28.0
Lignina	%	5.0	3.0 - 6.0
Hemicelulosa	%	20.0	3.0 - 36.0
Calcio	%	2.6	1.4 - 4.6
Fósforo	%	3.5	1.5 - 8.5
Potasio	%	1.0	0.6 - 1.6
Magnesio	%	0.7	0.3 - 1.3
Sodio	%	0.3	0.1 - 0.5
Hierro	ppm	2169.0	971.0 - 6407.0
Zinc	ppm	600.0	225.0 - 1059.0
Cobre	ppm	280.0	27.0 - 822.0
Cadmio	ppm	0.77	0.04 - 3.02
Plomo	ppm	9.87	0.29 - 40.11
Arsénico	ppm	5.57	0.20 - 102.51

Pearce, G.R., 1980 (65).

### II.3.3. METODOS ALTERNOS DE LOS EXCREMENTOS.

Como el estiércol es un material bio-degradable e inestable, en las condiciones en que naturalmente se encuentra en los establos, se han elaborado varios métodos para su conservación, así utilizarlo en su forma más integral, en la cual dependerán con el número de animales en las explotaciones y el tiempo que los excrementos van a permanecer almacenados. Entre los métodos de utilización de los excrementos se encuentran: Secado al sol, Secado artificial, Separación líquido-sólido, Tratamiento químico, Zanja de oxidación, Tratamiento mecánico y Ensilaje (1,15,21,25,34,35,58,69,73, 81), describiendo sus ventajas y desventajas de cada uno.

#### 1. SECADO AL SOL:

##### Ventajas:

- A. El material seco es fácil de incorporar en una dieta completa.
- B. Baja contaminación por bajos niveles de humedad.
- C. Facilidad de almacenamiento.
- D. Bajos costos de energía para secado.
- E. Bajos requerimientos de manejo.

##### Desventajas:

- A. Pérdida elevada de nitrógeno (equivalente proteínico).
- B. Pérdida relativamente alta de nutrientes energéticos.
- C. Posible presencia de microorganismos patógenos.
- D. Secado lento.
- E. Limitado a regiones áridas y semiáridas.

#### 2. SEPARACION LIQUIDO-SOLIDO:

##### Ventajas:

- A. El procesamiento de sólidos tiene una buena aceptación
- B. Inicialmente alto costo en la adquisición del equipo.

#### 3. TRATAMIENTO QUIMICO:

##### Ventajas:

- A. Incrementa la aceptación.

- B. El empleo relativamente rápido reduce pérdidas.
- C. No requiere de equipo de almacenamiento.
- D. Control de microorganismos patógenos.
- E. Menor requerimiento de energía.
- F. Se utilizan ambas fracciones sólidas y líquidas.

#### 4. ZANJAS DE OXIDACION:

##### Ventajas:

- A. Buena aceptación en los animales.
- B. Control de microorganismos patógenos.
- C. Se puede idear sistemas para evitar que se tengan que transportar.

##### Desventajas:

- A. Costos altos para operarlo.
- B. Requiere de un alto grado de capacitación en el manejo.

#### 5. TRATAMIENTO MECANICO:

##### Ventajas:

- A. Permite su almacenamiento.
- B. Es relativamente simple su mezclado.
- C. Control de microorganismos patógenos.

##### Desventajas:

- A. Pérdida de nutrimentos.
- B. Costo elevado de la máquina y equipo.

#### 6. SECADO ARTIFICIAL:

##### Ventajas:

- A. Fácil de almacenar y de incorporar a la dieta.
- B. Buena aceptación en los animales.
- C. Temperaturas elevadas que destruyen microorganismos patógenos
- D. Carece de olor.

##### Desventajas:

- A. Puede haber contaminación del aire durante el proceso requiriéndose equipo de control especial.

- B. La planta procesadora puede requerir de condiciones especiales.
- C. Costo elevado del equipo.
- D. Se requiere de mayor tiempo y de energía para la recolección y transporte de las excretas a la planta, para posteriormente secarlo.

#### 7. ENSILAJE:

##### Ventajas:

- A. Menor pérdida de nutrientes.
- B. Permite su almacenamiento.
- C. Control de microorganismos patógenos después de aproximadamente tres semanas de ensilaje.
- D. Se pueden utilizar las fracciones sólidas y líquidas.
- E. Tiene buena aceptación en los animales.

##### Desventajas:

- A. Se requiere de mano de obra.
- B. Un mal ensilado provoca pérdida de nutrientes.
- C. Requiere de condiciones especiales para su almacenamiento.

Al seleccionar algunos de estos métodos, deben considerarse factores como:

- A) Modelo de la explotación.
- B) Condiciones climáticas del área.
- C) Requerimientos legales por la secretaría correspondiente.
- D) Localización del estable en relación a los núcleos de población humana.
- E) Cantidad de estiércol y otros desperdicios producidos diariamente.
- F) Disponibilidad de terrenos para el manejo de los desperdicios.
- G) Disponibilidad y costo de mano de obra.

#### III.3.4. UTILIZACION DE LAS EXCRETAS EN RACIONES ALIMENTICIAS.

Unos de los principales objetivos que se han trazado muchos investigadores en los últimos años con respecto al uso de dese-

chos de origen animal en la alimentación para animales, principalmente rumiantes, es el disminuir los costos de producción por concepto de alimentación (14,69).

El aumento en la demanda de proteína de origen animal de buena calidad, el excesivo incremento en el costo de granos y otras materias primas para la formulación de alimentos y los problemas que existen para conseguir este tipo de granos y materias primas, ha hecho necesario que se incremente el empleo de esos desechos que han sido poco utilizados para tal fin, tal vez por falta de experiencia e información sobre la aplicación y consumo de este tipo de materiales, pero se ha visto que los desechos animales han tenido una gran demanda en las últimas fechas para ser administrados en raciones para ganado bovino, ovino y caprino (3,14,17,33).

En una investigación realizada Anthony y Nix (5,11) establecieron con sus estudios la posibilidad de alimentar rumiantes con su mismo estiércol y más recientemente, Anthony W.B. (8,10) comparó el valor nutritivo del estiércol en funciones del aumento de peso. Los experimentos realizados mostraron las diferencias de substituir un 40% de una dieta basal, por estiércol esterilizado o lavado (9, 12). En estos estudios, el estiércol fue mezclado directamente y sin secar y los resultados indicaron que el tratamiento con calor no tuvo efecto beneficioso en el aumento de peso, ni en la digestibilidad, pero la substitución del 40% del concentrado por estiércol permitió una ganancia diaria de 1 kg. y fué bastante alentadora (13).

Anthony utilizó en raciones para bovino, una mezcla ensilada de estiércol con zacate picado en proporciones de 57.43 a la -- que le llama "Wastelage" (6), obteniendo ganancias diarias de peso de 1.7 kg. y conversiones de 9.28 kg. por kilogramo ganado. En otro experimento realizado por el mismo autor (7) con diferentes porcentajes de estiércol ensilado en la ración se obtuvo las siguientes ganancias diarias de peso:

ganancia diaria de peso.

A) 25% estiércol y 80% de maíz	.95 kg.
B) 40% estiércol y 60% de maíz	.97 kg.
C) 50% estiércol y 40% de maíz	.76 kg.

Un concentrado comercial elaborado por Albin y Sherrad - (2) y el cual estaba constituido por 42% de maíz molido, 18% de maíz de silo y 40% de estiércol de bovino, dió ganancias diarias de peso de 1.4 kg.

Harpster, W.H. y Col (39) realizaron una investigación -- para determinar el valor nutritivo de los desechos ensilados (60% de excremento fresco y 40% de Heno de pasto picado) y maíz de silo (como control), muestran un contenido de proteína cruda de 16.5 vs 8.8% fibra detergente ácido 40.1 vs 28%, ácido láctico 3.39 vs 2.81% y -- pH 4.5 vs 4.1 respectivamente.

Con dietas conteniendo 40% de excremento de vaca y 60% - de una mezcla de grano, pasto bermuda pelletizado y urea, Newton y -- sus colaboradores (59), obtuvieron en vaquillas de 212 kg. de peso - promedio, ganancias diarias promedio de 1.27 kg. consumiendo 8.71 kg. de alimento por cada kilogramo de peso ganado, mientras que las ganancias con la dieta control fueron de 1.34 kg. consumiendo 5.65 kg. de alimento por cada kilogramo de peso ganado.

Evaluaciones realizadas por Harpster y Col. (9) sobre el valor nutritivo de desechos orgánicos ensilados de ganado lechero, - administrados a novillos en crecimiento en proporciones de 40:60 %, - 69.5:30.5% y 100 % de desechos orgánicos y maíz alto en Humedad respectivamente, dieron resultados en ganancias diarias de peso y eficiencia alimenticia para cada una de las mezclas de 1.29 y 5.64, - - 1.22 y 5.61, 7.5 y 8.35 respectivamente.

Yokohama y Nummy (90) estudiaron las características fermentativas y valor nutricional del ensilaje de planta de maíz adicio

nadas con 53% de excretas de bovino, 23% de excretas de cerdo y 16% gallinaza, como fuente de nitrógeno en los ensilados. Los resultados del análisis químico se resume en el cuadro V.

CUADRO V

EXCREMENTO DE BOVINO, CERDO Y AVES ENSILADOS  
CON FORRAJE DE MAIZ: COMPOSICION Y CARACTERISTICAS  
FERMENTATIVAS.

PARAMETROS	UNIDAD	ENSILAJE DE MAIZ	ENSILAJE DE MAIZ CON 53% DE HE-CES.	ENSILAJE DE MAIZ CON 23% DE HE-CES.	ENSILAJE DE MAIZ CON 16% GALLINAZA.
Materia Seca	%	38.7	28.1	35.7	35.8
Proteína Cruda	%	6.8	10.2	11.2	10.4
Cenizas	%	3.1	5.9	5.1	5.1
Paredes Celulares	%	50.0	55.2	45.9	45.8
Fibra Detergente Acida	%	20.1	25.2	21.0	20.6
Lignina	%	3.3	5.6	3.4	3.4
Celulosa	%	16.1	18.1	17.0	16.6
Hemicelulosa	%	22.6	27.4	23.6	22.6
pH		3.9	4.2	3.9	4.0
Acido Láctico	%	5.1	5.6	8.3	8.9
Acido Acético	%	1.3	3.9	1.6	1.4

Yokohama y Nummy, 1976 (90).

Las fermentaciones que sucede en el proceso de ensilaje ha sido bien estudiada por varios autores (15,22,23,32,53,56) ya que debido a la producción de ácidos y al rápido establecimiento de un medio anaeróbico se inhibe la multiplicación de microorganismos indeseables.

Silva y colaboradores (71) desarrollaron una metodología para ensilar el estiércol con el fin de manejar fácilmente e incluirse en esta forma en la dieta de los ruminantes, que consiste en excremento fresco, 8% de paja de trigo y 35% de melaza, resultando un buen ensilaje por su textura y conservación en su valor nutritivo.

Fontenot y Weeb (34) ensilaron estiércol de bovino y paja de maíz en una relación 50:50, suplementado con minerales y vitaminas, en novillos en crecimiento, obteniendo ganancias menores de 500 g. por día, debido a la proporción alta de estiércol incluido en la dieta.

Heras y Col (41) elaboraron 4 dietas diferentes para determinar ganancia de peso y conversión alimenticia en Toros. Las dietas fueron: Un concentrado a base de sorgo pasta de soya y cártamo, ensilado elaborado con 62% de estiércol fresco obtenido del Hato de las vacas lecheras 30% de melaza y 8% de paja de trigo, una mezcla de pollinaza 70% y melaza 30% y ensilado de maíz.

Dividiendo en 2 lotes, el control se mezclaron el concentrado 51.6% más Ensilaje de maíz con un nivel 48.4 en la dieta total para el lote experimental fue de 48.9% de la mezcla ensilada (excremento, melaza y paja) más 51% de mezcla pollinaza y melaza, encontrando ganancias menores de 500 g. en el lote experimental.

La posibilidad de incorporar el estiércol seco y molido con niveles de 15, 30 y 40%, mezclados con sorgo y cártamo en la alimentación de ovinos en crecimiento. Barcenás (17) encontró que los borregos ganaron aproximadamente 120 g. diarios con los niveles de 30%, y aumentaron la ganancia a 125 g. por día al incluir el 40% y que en los niveles del 15% no son convenientes, ya que puede resultar más caro que darles grano.

El estiércol deshidrato fue estudiado por Flores, B.N. -

(33) como fuente proteica en la alimentación ovina, con niveles de 10, 20 y 30% de estiércol deshidrato, obteniendo ganancias con niveles de 10% incluyendo hasta el 30%, conservándose los animales - en buen estado de salud.

Díaz, Hardy y Lezcano (26,37,47) desarrollaron un Ensilaje llamándoles "excrementalaje", que consiste en estiércol de bovino y miel final, teniendo el producto, buena producción de ácidos grasos volátiles y pH de 4.8. En los animales probados (Bovino y - cerdo) han tenido buenos resultados en cuanto a ganancias de peso.

La evaluación de la digestibilidad del estiércol se ha realizado tanto "in vivo" (68,74) como "in vitro" (49).

Los experimentos in vivo mostraron una disminución de la digestibilidad de la dieta en función del estiércol. Es estiércol fue suministrado en forma seca. Los estudios in vitro fueron - realizados con el objetivo de comparar la digestibilidad del estiércol con el estiércol tratado con diferentes sustancias. Entre ellas se encuentran el NaOH (45,48,85) utilizada para liberar a - las fibras de su contenido en lignina.

Con respecto al empleo de excretas de cerdo en la alimentación de ruminantes, los reportes son bastantes escasos y no en monogástricos, en donde Diggs, B.C. y Col (27) prepararon raciones conteniendo 0, 15 y 30% de estiércol de cerdo, con lo que se alimentó a tres grupos de cerdos en etapa de finalización, encontrando que los animales alimentados con el 15% estiércol ganaron - el mismo peso que las del grupo control y que los alimentados con 30% de estiércol sufrieron disminución en el promedio de peso ganado y en la eficiencia alimenticia.

Kornegey y Col (44) en 1977, sustituyeron el 21.7 y el de la dieta de cerdos en finalización por excremento fresco de -

cerdo, encontrando que tanto la digestibilidad como la utilización de los nutrientes bajaron hasta un 30% comparandolas con el Testigo a base de maíz-soya. En el mismo año, utilizó ensilado de maíz - - (60%) con excretas de estos animales, substituyendo con el del 25 - al 50% de la ración normal de cerdos en engorda; en el aumento de peso junto con el Testigo, no hubo diferencia, pero sí en la ingestión de alimento en el Lote experimental.

Ochoa y Col (60) obtuvieron resultados económicos en la nutrición de ovinos de diferentes edades; utilizando una dieta con el 33% de residuos fecal de cerdos, con una dieta Testigo; sin perjuicio de sus cualidades productivas como son; salud del animal, -- ganancia de peso y calidad de lana.

Ochoa, A. y Bravo, O. (61) obtuvieron incremento de peso de 250g. diarios en ovinos en crecimiento con una dieta del 30% de residuos orgánicos, formada a partes iguales de gallinaza y residuos fecal de cerdos. Estos mismos autores señalan que una mezcla - del 40% a partes iguales de residuos orgánicos ocasionó una disminución en los incrementos de peso de ovinos en crecimiento.

#### IV. JUSTIFICACION.

En México, existe una gran cantidad de subproductos - Agro-industriales y desechos orgánicos que pueden ser aprovechados en la alimentación animal, tal es el caso de las excretas de Bovino y Cerdo, que contienen residuos de alimento que no fueron digeridos en su totalidad y que pueden resolver en parte el problema de su -- eliminación ya que tradicionalmente se emplea para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo.

También se cuenta con la planta de maíz (*Zea mays*), que es destinada principalmente a la obtención de grano para el consumo humano, estableciendo la necesidad de quitar la mazorca cuando grano está maduro, quedando solamente el tallo y las hojas, que casi - no son utilizadas en estado fresco en la alimentación del ganado, - siendo una práctica común el dejarlo secar y darlo posteriormente - como rastrojo, disminuyendo así su valor nutritivo.

Por lo anterior citado, una alternativa para aprovechar los, sería el mezclarlos y ensilarlos, para el consumo directo de - los animales.

**V. HIPOTESIS.**

Se puede esperar, que adicionando excretas de Bovino y Cerdo al momento de ensilar la planta de maiz, mejore el valor nutritivo, elevando su contenido de proteina sin modificar las características del ensilaje.

## VI. OBJETIVO GENERAL.

Determinar el valor nutritivo del ensilado de la planta de maíz, adicionando estiércol de Bovino y Cerdo en dos niveles 20 y 40% como fuente nitrógenada y algunos parámetros ruminales en - - ovinos.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Determinar el valor nutritivo de los ensilados, determinandoles el Análisis Químico Proximal y - Fracciones de fibra (Fibra Detergente Neutro, -- Fibra Detergente Acida y Lignina).
2. Evaluar los patrones de fermentación (ácido láctico, ácido acético, ácido propiónico y ácido -- butírico) y pH en los ensilados para determinar la calidad del proceso.
3. Determinar el pH ruminal en ovinos a las 0,6,12, 24 y 36 horas, después de consumir los distintos ensilados.
4. Evaluar la desaparición de materia seca in situ y Fracciones de Fibra (Fibra Detergente Neutro. Fibra Detergente Acida y Lignina) en ovinos.
5. Registrar la aceptación aparente de los distin-- tos ensilados en ovinos.

## VII. MATERIAL Y METODOS.

Este trabajo se realizó en el Departamento de Nutrición Animal de la Subdirección de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubiran".

### VII.1. MATERIAL.

#### VII.1.1. EQUIPO DE BIOTERO:

- 5 jaulas metálicas individuales.
- Comederos y bebederos individuales móviles (cubetas de plástico con capacidad de 4 litros).
- Bolsas de Dacrón con medidas de 8.5 por 12 cm. -- con doble costura.
- Tambos metálicos con capacidad de 200 litros.
- Bolsas negras de polietileno.
- Báscula con capacidad de 100 kg.

#### VII.1.2. EQUIPO DE LABORATORIO:

- Estufa de secado.
- Aparato de Digestión y Destilación LAB. CON CO.
- Aparato de Goldfish. LAB CON CO.
- Aparato de reflujo para determinar fibra cruda LAB CON CO.
- Potenciómetro Beckman Zeromatic II.
- Balanza Analítica "Sartorius".
- Crisoles Gooch de porosidad media de 40 mm de diámetro con capacidad de 50 ml.
- Cromatógrafo de gases marca Varian Aerograph.

#### VII.1.3. ANIMALES:

- En las pruebas biológicas, se emplearon 5 borregos machos criollos, sin castrar, de 10 meses de edad, con un peso promedio de 23 kg, con fistula ruminal permanente, desparasitados externamente e internamente.

#### VII.1.4. PLANTA DE MAIZ Y ESTIERCOL:

-La planta de maíz sin mazorca; que se utilizó para el experimento, se obtuvo del Centro Nacional para la Enseñanza, Investigación y Extensión de la Zootecnia (Rancho Cuatro Milpas) de la Facultad de -- Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el Municipio de Tepetzotlan, Edo. de México.

-El estiércol de Bovino procedente de ganado lechero en las distintas etapas (Vacas de alta, mediana, baja producción, Vacas secas, Terneras y re- cría) se obtuvo del Rancho Cuatro Milpas.

-El excremento de Cerdo, se obtuvo de las Granjas - cercanas del Municipio de Tepetzotlan, procedentes de las diferentes etapas de producción.

#### VII.1.5. DISEÑO EXPERIMENTAL:

-En la prueba biológica, se utilizó un Cuadrado Latino 5 X 5 (5 animales y 5 tratamientos) (73).

-Pruebas Estadísticas Aplicadas:

-Análisis de Varianza y Prueba de Rango Múltiple de Tukey (24,75).

-La cinética de desaparición se determinó graficando el tiempo contra el log. Natural en base a la ecuación: (30).

$$T_{1/2} (h) = \frac{\ln 2}{K}$$

Donde:

$T_{1/2}$  = Tiempo Medio

T = Tiempo

h = Horas

$\ln$  = Logaritmo natural contra el Tiempo de muestreo  
por lo cual se obtuvo la pendiente (k).

K = pendiente de la recta.

## VII.2. METODOLOGIA:

Se inició, con la obtención de la planta de maíz, una vez, quitada las mazorcas en el campo, para ser recolectada y picada, mezclándose con estiércol fresco de bovino en dos diferentes - proporciones, 20 y 40% y después se prosiguió con las excretas de cerdo, manejando los mismos porcentajes en base húmeda, hasta formar en ambas una mezcla homogénea; obteniéndose las siguientes - - proporciones;

- 100% Planta de maíz + 0% de Estiércol
- 80% Planta de maíz + 20% de Estiércol de bovino.
- 60% Planta de maíz + 40% de Estiércol de bovino.
- 80% Planta de maíz + 20% de Estiércol de cerdo.
- 60% Planta de maíz + 40% de Estiércol de cerdo.

Elaboradas las diferentes mezclas, se procedió a llenar en costales de 40 Kg, forrados con bolsas de plástico y en tambos - metálicos con capacidad de 200 litros, forrados también con plástico con cada uno de los tratamientos, sellándolos perfectamente, pa ra iniciar el proceso del ensilaje, dejándolos por espacio de 90 -- días.

Cabe mencionar, que ninguno de los ensilajes, mencionados anteriormente, fué suplementado antes, ni después del proceso.

Para conocer la composición química de las excretas de Cerdo, Bovino y la planta de maíz, se tomaron muestras de cada uno antes y después de ser mezclados con los diferentes niveles de es--

tiércol, para realizarles por duplicado los siguientes análisis:

- Químico Proximal, siguiendo la metodología propuesta por la A.O.A.C. (16).
- Fracciones de fibra, (Fibra Detergente Neutro, Fibra Detergente Acido y Lignina) según el método de Van Soest (80).

Los silos a los 90 días fueron abiertos, para iniciar las pruebas de alimentación, tomando muestras de cada uno de los en silajes, para realizar por duplicado las siguientes determinaciones:

- pH, por potenciómetro (16).
- Químico Proximal, según la metodología de la A.O.A.C. (16).
- Fracciones de fibra (Fibra neutro detergentes, Fibra ácida detergente y lignina) por el método de Van Soest (80).
- Acidos Grasos Volátiles (Ac. Acético, Ac. Propiónico y Ac. Butírico) y Ac. Láctico, por Cromatografía de gases, siguiendo la metodología descrita por Erwing. (31).

Para la prueba biológica, se emplearon 5 borregos machos, criollos, sin castrar, de 10 meses de edad, con un peso vivo promedio de 23 kg. Desparasitados tanto externo como internamente.

Cada uno de estos animales, fué fistulado en rumen colocando una cánula blanda permanente (20).

Una vez recuperada de la operación, los borregos fueron alojados en jaulas individuales, con bebederos y comederos de plástico de capacidad de 4 litros.

Para que todos los animales recibieran los diferentes ensilados fueron distribuidos en un Cuadrado Latino 5 x 5 cambiando después de cada período, de tal forma, que todos los animales proba

ran las 5 dietas. Cuadro VI

CUADRO VI.

DISTRIBUCION DE LOS ENSILADOS EN LOS ANIMALES DURANTE EL ESTUDIO

PERIODO	ANIMALES (IDENTIFICACION)				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
1*	Mc	B40	B20	C40	C20
2*	B40	B20	C40	C20	Mc
3*	B20	C40	C20	Mc	B40
4*	C40	C20	Mc	B40	B20
5*	C20	Mc	B40	B20	C40

Mc = Ensilaje de la Planta de maíz sin estiércol

B40 = Ensilaje de la Planta de maíz con 40% de estiércol de bovino

B20 = Ensilaje de la Planta de maíz con 20% de estiércol de bovino

C40 = Ensilaje de la Planta de maíz con 40% de estiércol de cerdo

C20 = Ensilaje de la Planta de maíz con 20% de estiércol de cerdo

Los tratamientos fueron ofrecidos diariamente, a cada uno de los borregos a razón de 3.0 kg. de ensilado, a las 7:00 a.m. siendo el único alimento durante el día, con acceso al agua a libitum.

Se llevó un registro diario de lo ofrecido y rechazado, con el fin de determinar el consumo aparente de los ensilados. Los animales fueron pesados en ayunas al inicio de cada período y al término de cada tratamiento.

El experimento consistió en 5 períodos de 10 días de cada uno. Los primeros 8 días de cada período, se emplearon para adaptar a los animales a los ensilajes, el noveno día, se colocaron 4 -

bolsas de dacrón por tratamiento por hora en el rumen, con 3g. de muestra seca y molida y pasada por una malla del número 20, incubadas a las 6, 12,24 y 36 horas, siendo el décimo día, el de recolectar las últimas muestras, para determinar la desaparición de Materia seca en el rumen, se utilizó el método de la Digestibilidad in situ propuesta por Mehrez y Orskov (54).

Después de ser sacado las bolsas de dacrón del rumen, se lavaron, se secaron con vacío a 60°C durante toda la noche. El contenido de las bolsas, se les determinó por duplicado, la desaparición de Fibra neutro detergente, Fibra ácido detergente y lignina (43,54,80).

La proporción de Materia seca desaparecida, se calculó de la diferencia entre la cantidad incubada y la cantidad de materia seca que permaneció en las bolsas después de incubar. (43).

En la prueba biológica se utilizó un Cuadrado Latino 5 x 5, debido a que, cuando la variabilidad entre individuos es grande, ésta se puede eliminar el error experimental, al usar un período de estudio de cada animal como una unidad experimental. Por lo que cada unidad (borrego) funciona como su propio testigo (50).

En la utilidad del cuadrado latino, es que el número de repeticiones es igual al número de tratamientos.

A los resultados obtenidos se les aplico en análisis de Varianza de acuerdo al diseño empleado (24,75). La diferencia entre medias se analizó empleando la prueba de Tukey con nivel de significancia de  $p = 0.05$ .

Las fuentes de variancia y los grados de libertad para el análisis de varianza en el diseño empleado, se presenta en el Cuadro VII.

## CUADRO VII

## ANALISIS DE LA VARIANZA PARA UN CUADRADO LATINO 5X5

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamiento	$(r-1) = (5-1) = 4$
Periodo	$(r-1) = (5-1) = 4$
Animal	$(r-1) = (5-1) = 4$
Error	$(r-1)(r-2) = (5-1)(5-2) = 12$
Total	$(r^2-1) = (5^2-1) = 24$

El número 5 se reemplaza por r, para un cuadrado r X r

### VIII. RESULTADOS.

Los resultados del análisis químico próximo practicados a la planta de maíz (sin mazorca), estiércol de bovino y cerdo se presenta en cuadro VIII. Como se puede observar la planta de maíz tiene un alto porcentaje en Humedad, bajo en proteína cruda (N x 6.25) y en cuanto a fracciones de fibra, su contenido celular es mayor, las cenizas son ligeramente altas, y en elementos Libres de Nitrógeno es mayor. Las excretas de bovino, contiene un alto porcentaje de Humedad, mayor contenido de proteína, su porcentaje de cenizas es alto; en cuanto a paredes celulares es mayor, siendo su contenido menor y su porcentaje de Hemicelulosa es muy alta. El estiércol de cerdo tiene un bajo porcentaje de humedad; siendo mayor en Materia seca, proteína cruda, extracto éterico y siendo menor en fibra cruda y Elementos Libres de Nitrógeno. En cuanto a paredes celulares tiene menor porcentaje, y por consecuencia en valor alto en su contenido celular.

En el cuadro IX se presenta el análisis químico proximal de cada uno de los tratamientos antes y después de ensilar. Donde se observa que el contenido de humedad antes y después de ensilar, no presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos. En relación al contenido de proteína cruda de los 5 tratamientos al inicio como al final del proceso, se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). El contenido de cenizas en la planta de maíz antes y después de ensilar no se encontró diferencias significativas, en los tratamientos con 40% de estiércol de Bovino cerdo se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

El extracto éterico no presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los 5 tratamientos antes ni después de ensilar. En cuanto a fibra cruda hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los 5 tratamientos antes y después de ensilar.

En cuadro X se presenta las fracciones de fibra (Fibra Detergente, Fibra Detergente Acida y Lignina).

Con respecto a las paredes celulares se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) después del término del ensilaje, en donde la planta de maíz hubo una mayor diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en los 5 tratamientos después del ensilaje. Es estiércol incluido 40 y 20% de bovino hubo diferencia significativa. ( $p < 0.05$ ) con la planta de maíz y los porcentajes de 40 y 20% de estiércol de bovino y 20% estiércol de cerdo.

En cuanto al contenido celular, la planta de maíz antes y después si hubo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), los porcentajes 40 y 20% de estiércol de bovino no se encontraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) antes ni después de ensilar y el contenido de excretas de cerdo con 40% de inclusión no hubo diferencias significativas ni antes ni después del ensilaje.

En cuanto a las fracciones de Fibra detergente, Acido y hemicelulosa solo se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con la inclusión de 20% de estiércol de cerdo antes y después del ensilaje.

No se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la fracción de lignina en los 5 tratamientos antes ni después - del ensilaje.

En Cuadro XI, se presentan los promedios de pH y de -- ácidos grasos volátiles (Ac. Láctico, Ac. Acético, Ac. Propiónico y Ac. Butírico) en los distintos ensilados.

Como se puede observar el pH de los ensilados se incrementó ligeramente con la adición de estiércol de bovino y cerdo --

comparándolo con la planta de maíz.

En cuanto a su producción de ácidos orgánicos, el ácido propiónico no se logró detectar en ensilaje con 20% de estiércol de bovino, al igual que el ácido láctico no se detectó con los ensilajes 40 y 20% de estiércol de bovino y 20% de estiércol de cerdo. El ácido butírico solamente se detectó en el ensilaje de la planta de maíz.

En Cuadro XII se señalan los promedios del pH ruminal - en los distintos ensilados a diferentes horas, no encontrando diferencias ni antes ni después de comer, encontrándose entre límites - normales de pH ruminal.

La cinética de desaparición de materia seca en el rumen en los distintos ensilados a diferente horas se muestra en el Cuadro XIII. Encontrando solamente diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los ensilados con 20% de estiércol de bovino y 40% de estiércol de cerdo a las 12 hrs. Con respecto a sus tiempos medios, de -- mayor lenta degradabilidad fué el ensilado con 40% de estiércol de bo vino y el de menor tiempo de degradabilidad fue el de 20% de estiércol de bovino.

En el Cuadro XIV se presenta el porcentaje de separación "in situ" de paredes celulares en rumen. Encontrándose que en las distintas horas, el menor porcentaje de desaparición es para el ensilado con 20% de estiércol de bovino y sin el de mayor porcentaje de desaparición para los ensilados de planta de maíz y estiércol de bovino con 40%. El tiempo medio de mayor degradabilidad fué para el ensilado con 40% de estiércol de cerdo.

El porcentaje de desaparición "in situ" de fibra detergente ácida en rumen se presenta en el Cuadro XV.

Se muestran los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos en las distintas horas, encontrando que el menor porcentaje de desaparición ocurre en el ensilaje con 20% de estiércol de cerdo, siendo el porcentaje mayor de desaparición de materia con 40% de estiércol de bovino y planta de maíz ocurriendo a las 24 y - 36 horas.

En el Cuadro XVI, se menciona los promedios de consumo aparente de los ensilados, materia seca proteína cruda y el peso -- inicial y final de las pruebas.

Donde se observa que los pesos de consumo aparentes -- fué para los ensilajes 40 y 20% de estiércol de cerdo, en cuanto al consumo de M.S fueron mayores para los ensilajes con 40% de estiércol de bovino y 40% de estiércol de cerdo. En cuanto a los pesos -- finales aumentaron ligeramente en los animales.

## IX. DISCUSION.

De los resultados obtenidos del análisis químico proximal del Cuadro VIII. Se puede observar, que la planta de maiz es bajo en protefna cruda.

Esto se puede explicar, que conforme la planta va madurando, se observa un movimiento de protefnas de las partes vegetativas hacia la semilla o granos para proveerle de los requerimientos necesarios para el crecimiento durante la germinación (36), ya que esta planta es cultivada para la producción de grano para consumo humano.

En cuanto al porcentaje de cenizas mostró niveles altos debido probablemente a la mayor utilización de fertilizantes químicos aplicados al suelo que conjuntamente es con raíces ligadas al Tallo (81). Por otra parte el porcentaje de Fibra Cruda no resultó -- ser muy alto, ésto se puede explicar que cuando el grano está en -- estado lechozo es despencado de la planta, quedando aun en estado verde. (87), como se sabe que a medida que la planta madura aumenta la fibra cruda. En cuanto a la pared celular su porcentaje no es -- alto, debido a la medurez que se encontraba la planta y con respecto al contenido celular su porcentaje es alto. Esto se puede explicar que a medida que la planta va creciendo, el contenido de fibra- (Paredes celulares) aumenta, disminuyendo el contenido, lo que no sucedió así.

En cuanto al análisis de los desechos orgánicos de cerdo y bovino, el primero muestra una mayor cantidad de protefna cruda qu el de bovino, explicándose que la tipa alimentación del cerdo (14) se base en granos, suplementos protéicos y sales minerales.

Esto viene a justificar que las cenizas se hayan encontrado elevadas. En cuanto a su pared celular, contenido celular, -- fibra ácido detergente y lignina obtenidos en su análisis, coinciden con los informes por Pearce (65) los cuales son altamente digesta

tibles. En el caso del estiércol de bovino, el contenido de proteína cruda es baja, en relación con la de cerdo, esto probablemente - por las raciones alimenticias que contienen una elevada cantidad de forraje, éstos datos coinciden con los reportes de Palacios (64) en cuanto a proteína cruda.

Al referirse al contenido de lignina no se vió aumentada en su porcentaje a pesar de que los animales consumen raciones - con un elevado contenido de forraje, esto es debido a que la lignina excretada en las heces no es químicamente la misma que la ingerida (19,35).

En cuanto al porcentaje de cenizas, estos se encuentran altos debido a la inclusión de tierra y otro material extraño, durante el raspado, por lo que posiblemente causó la elevación de los valores.

En relación a los otros componentes que comprenden las fracciones de fibra (fibra detergente ácido, fibra detergente neutro y lignina) se observó que el contenido de pared celular es bastante alto en relación a la planta de maíz, lo que concuerda con lo anterior dicho sobre la alimentación de rumiantes, lo que se refleja en el contenido celular que es bajo al igual que el extracto libre de nitrógeno; esto es quizá por el crecimiento microbiano que - está limitado, principalmente por los carbohidratos que se encuentran disponibles para su fermentación (18,49). Por lo tanto se puede decir que el estiércol de cerdo tiene un mayor valor nutritivo que el de bovino y el de planta de maíz.

El análisis químico proximal (Cuadro IX) de inclusión - de estiércol de cerdo y bovino en la planta de maíz antes y después reveló diferencias en los contenidos de proteína cruda y extracto - libre de nitrógeno. Estas diferencias son debidas a las diferentes

composiciones químicas de los residuos orgánicos; ya que la concentración empleada de ellos en los ensilajes y el tipo de fermentación que se desarrolló (6,55). En el contenido de proteína como era de esperarse, hubo diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), siendo mayor en los ensilados con 40% y 20% de cerdo antes y después de ensilar; sin embargo, en los ensilados con estiércol de bovino con 40% y 20% la situación fué contraria, fueron menores en su contenido de proteína, debido posiblemente a las diferencias en las prácticas de alimentación (14,17).

En el caso de extracto libre de nitrógeno, éste mostró ser mayor antes de ensilar en los excrementos de cerdo y bovino con 20%, esto es debido a la gran cantidad de elementos libres de nitrógeno que contiene la planta de maíz, según se indica el análisis proximal (Cuadro VIII); y después del término del ensilaje estos disminuyeron, debido a que los hidratos de carbono solubles se utilizaron durante la fermentación, siendo el de mayor utilización los ensilados con 40% y enseguida los de 20% de cerdo siendo menor el ensilado con 20% de excretas de bovino.

Al analizar al contenido de cenizas, se observa que hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), antes y después de ensilar, notándose en mayor proporción en el estiércol de bovino y cerdo con niveles de 40%, lo cual es debido a que mayores niveles de estiércol aumenta las fracciones de cenizas tanto de cerdo como el de bovino, quizás por el tipo de dieta que reciben en cada uno de estos animales; además se puede decir que fue provocado por el efecto de dilución de la fermentación (85,90). Además en cuanto a fibra cruda, esta fracción se elevó significativamente después del término del ensilaje, siendo el estiércol de bovino mayor que con el estiércol de cerdo que disminuyó, de la misma forma que ocurrieron con las cenizas por el efecto de dilución ocurrido durante la fermentación.

de los ensilados.

En las fracciones de fibra mostradas en el Cuadro X, -- casi en su totalidad no hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ )-- después del proceso del ensilaje; haciendo solo notar sobre el contenido de hemicelulosa que al inicio fue igual significativamente -- entre los cinco tratamientos, pero después del proceso, la planta -- de maíz sin estiércol y el ensilado con 20% de estiércol de cerdo -- aumentaron, esto es debido a la mayor utilización de contenido celular que fué fácilmente fermentable (29). En el caso de lignina en donde su disminución ocurre después del proceso del ensilaje es debido probablemente a la hora de ser filtrado, que ésta haya arras-- trado parte de lignina, esto se explica que no hubo cambios signifi-- cativos en pared celular y fibra ácido detergente antes y después -- de ensilar (80).

En general, el pH obtenido en los ensilados (Cuadro -- XI), no mostraron cambios en cuanto a la inclusión de estiércol de cerdo y bovino, manteniéndose como promedio 4.5, valores que se encuentra entre los informes por Yokohama (90). En cuanto a los ácidos grasos volátiles (Cuadro XI), solo se logro determinar el ácido láctico en el ensilado de la planta de maíz sin estiércol y con 40% de estiércol de cerdo; esto pudo ser debido a los diversos tipos de fermentación debido a la poca cantidad de carbohidratos solubles -- presentes en los excrementos (26,27,37,47). Además el contenido de ácido acético se encontró en los ensilajes con planta de maíz; -- estiércol de bovino y cerdo con 40% en donde fueron más altos y -- siendo menores con 20% de estiércol de cerdo y bovino, indicando -- una fermentación acética (52,77,88,89).

En cuanto al pH ruminal mostrado en el Cuadro XII a diferentes horas, no presentaron diferencias considerables, entre los

tratamientos y muestreo, manteniéndose dentro los límites fisiológicos (pH 6.6 - 7.1) pero se observa que tendió a la neutralidad. Tal vez por una salivación excesiva provocada por el ensilaje (87).

La desaparición de materia seca "In situ" (M.S.) de los distintos ensilados, se muestra en el cuadro XIII. Donde se observa que la única diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) es detectada entre los tratamientos 20% de estiércol de bovino y 40% estiércol de cerdo ocurrida a las 12 hrs. observándose en los resultados que al mejor tratamiento fue el 40% de estiércol de cerdo, siendo más bajo el que contiene 20% de estiércol de bovino, estos resultados están íntimamente relacionados con la desaparición de fibra neutro detergente y fibra ácida detergente.

En cuanto a la fibra neutro detergente (Cuadro XIV) su porcentaje de desaparición ocurre a las 12 y 24 horas. Esto se debe a que las enzimas microbianas del rúmen disponen de más tiempo para solubilizar mejor estas fracciones haciendo más disponibles los polisacáridos fácilmente fermentables como la hemicelulosa, no ocurriendo su desaparición a las 6 hrs. en donde no hubo material soluble para ser atacado por los organismos del rúmen. En cuanto su tiempo medio de desaparición, se puede observar que la planta de sin estiércol, su degradación es más rápida debido a que no contiene excremento, ocurriendo igual a los ensilados con 20% de estiércol de cerdo y bovino, teniendo también mayor tiempo de degradación en relación al 40% de estiércol de cerdo y bovino, esto es debido al poco porcentaje de inclusión en los ensilados. Sin embargo es interesante hacer notar que teniendo niveles de inclusión con 40%, sus tiempos medios fueron alentadores; esto se correlacionó de la misma forma que los valores obtenidos por Anthony y Col. (7,43,60), donde hacen notar que aumentando un porcentaje hasta 60% de nivel de estiércol, ocasiona que haya un tiempo de degradación lenta.

Con lo que respecta a la desaparición de fibra ácido de tergente (Cuadro XV) se encontró nuevamente que en los diferentes - tratamientos ocurra a las 12 y 24 hrs., notándose nuevamente el - - efecto del tiempo sobre el grado de solubilización del complejo - - lignina-celulosa, en la cual estos porcentajes están íntimamente -- relacionados con la desaparición de fibra neutro detergentes.

En cuanto al Cuadro XVI, donde se muestra los consumos aparentes de los ensilados (aunque el objetivo del estudio no fué - ver estos parámetros) fueron pobres en cuanto a consumos de materia seca, ésto es reflejado por los pesos finales alcanzados por los -- animales.

## X. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir:

- Los desechos de los animales se pueden ensilar conjuntamente con subproductos de cereales, forrajes y esquilmas agrícolas, siempre y cuando tengan suficiente Humedad y carbohidratos solubles para garantizar las fermentaciones deseables -- del ensilaje.
- Es importantes tener en mente que la evaluación de los ensilados es difícil, no únicamente por las variaciones existentes en las determinaciones químicas y las características nutritivas del ensilaje, si no también por las dificultades -- existentes en el muestreo y análisis lo cual es resultado -- tanto de la naturaleza inestable del ensilado, como del contenido variable de sus componentes volátiles.
- Se recomienda realizar una investigación en donde se considere el efecto que tiene el crecimiento de levaduras y hongos sobre el valor nutritivo del ensilado cuando éste queda expuesto al oxígeno atmosférico, pues es muy posible que durante esta etapa, la proliferación de estos microorganismos -- -- provoque cambios significativos en la composición química y por lo tanto disminuya el valor nutritivo del ensilaje.

## XI. CUADROS.

CUADRO VIII  
ANÁLISIS QUÍMICO PRÓXIMAS (%) DE LA PLANTA DE  
MAÍZ, ESTIERCOL DE BOVINO Y CERDO <sup>1/</sup>

	PLANTA DE MAÍZ	ESTIERCOL DE BOVINO	ESTIERCOL DE CERDO
HUMEDAD	81.16	81.59	65.98
MATERIA SECA	18.84	18.41	34.02
PROTEÍNA CRUDA (Nx6.25)	6.45	13.65	27.65
CENIZAS	8.70	24.25	17.45
EXTRACTO ETEREO	1.85	2.50	7.30
FIBRA CRUDA	18.15	13.86	9.27
E L N	64.85	45.74	38.33
PARED CELULAR (F D N)	56.95	62.34	43.63
CONTENIDO CELULAR	43.05	37.66	56.37
FIBRA DETERGENTE ACIDA	51.35	36.43	23.42
HEMICELULOSA	5.59	25.91	20.21
LIGNINA	18.30	12.05	9.32

<sup>1/</sup> En base a Materia Seca.

CUADRO IX  
 (4) DE LOS DIFERENTES NIVELES DE INCLUSION DE ESTIERCOL  
 DE BOVINO Y CERDO EN LA PLANTA DE MAIZ ANTES Y DESPUES DE ENSILAR

V	I N I C I A L E S					F I N A L E S				
	M c	B 40%	B 20%	C 40%	C 20%	M c	B 40%	B 20%	C 40%	C 20%
HUMEDAD	81.65ac	80.44ac	81.14ac	72.12bd	77.34abcd	81.68ac	82.85a	82.76a	74.50de	77.80ce
PROTEINA CRUDA (Nx6.25)	6.45a	8.05be	7.70ab	13.85d	10.65c	8.60be	10.35cf	9.50ef	16.45g	14.85d
CENIZAS	8.70a	14.15beg	12.90bce	15.20dg	12.10c	9.55a	16.50d	14.40beg	20.15f	13.30ce
FIBRA CRUDA	18.15af	23.05cg	20.90be	16.45ad	14.70d	21.30beg	24.75c	23.25c	20.45c	18.45f
EXTRACTO ETEREO	1.85a	2.95abc	1.75a	3.40abc	2.60abc	2.95abc	3.25abc	2.00ab	4.70c	4.35abc
E L N	64.85	51.80	56.75	51.10	59.95	57.60	45.15	50.85	38.25	49.05

a,b,c,d,e,f,g: Para cada parámetro, valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ )

Mc Ensilaje de la planta de maíz sin estiércol

B40 Ensilaje de la planta de maíz con 40% de estiércol de Bovino

B20 Ensilaje de la planta de maíz con 20% de estiércol de Bovino

C40 Ensilaje de la planta de maíz con 40% de estiércol de Cerdo

C20 Ensilaje de la planta de maíz con 20% de estiércol de Cerdo

CUADRO X

(%) DE FRACCIONES DE FIBRA (FIBRA DETERGENTE NEUTRO, FIBRA DETERGENTE ACIDO, Y LIGNINA) EN LOS DIFERENTES NIVELES DE INCLUSION DE ESTIERCOL DE CERDO Y BOVINO EN LA PLANTA DE MAIZ ANTES Y DESPUES DE ENSILAR

	I N I C I A L E S					F I N A L E S				
	M c	B 40%	B 20%	C 40%	C 20%	M c	B 40%	B 20%	C 40%	C 20%
PARED CELULAR	56.95a	61.73ab	62.97b	51.85c	55.73ace	61.52df	64.60b	65.65bf	54.31ce	45.22d
CONTENIDO CELULAR	43.05af	38.27ab	37.03b	48.05c	44.27acf	38.48de	35.40b	34.35bd	45.69cf	24.63e
FIBRA DETERGENTE ACIDO	51.35a	51.25a	51.65a	37.30b	38.65ab	51.70a	48.26ab	45.43ab	40.14ab	31.56b
HEMICELULOSA	5.59ac	8.06ab	11.22ab	14.55ab	17.08ab	19.35b	16.39bc	20.22b	14.17ab	43.81d
LIGNINA	18.30a	16.15a	16.80a	16.75a	10.22a	14.75a	11.55a	10.51a	9.47a	4.90a

a,b,c,d,e,f: Para cada parámetro, valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ )

Mc Ensilaje de la planta de maíz sin estiércol  
 B40 Ensilaje de la planta de maíz con 40% de estiércol de Bovino  
 B20 Ensilaje de la planta de maíz con 20% de estiércol de Bovino  
 C40 Ensilaje de la planta de maíz con 40% de estiércol de Cerdo  
 C20 Ensilaje de la planta de maíz con 20% de estiércol de Cerdo

CUADRO XI

PH PROMEDIO Y PRODUCCION DE AGV EN LOS DISTINTOS ENSILADOS  
DE PLANTA DE MAIZ SIN Y CON ESTIERCOL DE BOVINO Y CERDO.

g/100 ml.	PLANTA DE MAIZ SIN ESTIERCOL	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE CERDO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE CERDO
pH PROMEDIO	4.3	4.6	4.6	4.7	4.7
ACIDO LACTICO	.053	**	**	.057	**
ACIDO ACETICO	.199	.177	.015	.177	.097
ACIDO PROPIONICO	.053	.027	**	.021	.0109
ACIDO BUTIRICO	.016	**	**	**	**

\*\* NO SE LOGRO DETECTAR EL COMPUESTO

CUADRO XII

PROMEDIOS DE pH EN LIQUIDO RUMINAL, BORREGOS  
ALIMENTADOS CON LOS DISTINTOS ENSILADOS.

HORAS	PLANTA DE MAIZ SIN ESTIERCOL	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE CERDO	MAIZ CON 40% DE ESTIEROL DE CERDO
0	7.02	7.00	6.86	6.88	6.92
6	7.06	6.96	6.96	7.02	6.98
12	6.72	6.86	6.64	6.80	6.70
24	6.92	7.12	7.12	7.00	7.06
36	6.70	6.92	6.84	6.80	6.86

CUADRO XIII

CINETICA DE DESAPARICION DE MATERIA SECA EN RUMEN (%)  
EN LOS DISTINTOS ENSILADOS

TIEMPO	PLANTA DE MAIZ SIN ESTIERCOL	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE CERDO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE CERDO
6	27.12a	33.87a	24.58a	37.24a	32.30a
12	34.26ab	39.87ab	29.99a	43.27b	39.74ab
24	44.16a	45.84a	38.69a	51.77a	50.46a
36	50.79a	50.54a	46.16	59.68a	55.15a
TIEMPO MEDIO (h)	34.09	54.59	33.62	46.83	39.66

a, b.: Para cada parámetro, valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ )

CUADRO XIV

PORCENTAJE DE DESAPARICION "IN SITU" DE PAREDES CELULARES EN  
RUMEN EN LOS DISTINTOS ENSILADOS.

TIEMPO (Hr)	PLANTA DE MAIZ SIN ESTIERCOL	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE CERDO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE CERDO
6	69.61	70.93	58.44	66.20	63.63
12	81.39	73.39	72.05	70.52	69.80
24	84.14	81.77	77.48	73.68	71.76
36	89.33	85.23	81.05	75.83	75.27
TIEMPO MEDIO (h)	98.46	107.8	72.233	235.73	126.85

CUADRO XV

PORCENTAJE DE DESAPARICION "IN SITU" DE FIBRA DETERGENTE  
EN RUMEN EN LOS DISTINTOS ENSILADOS

TIEMPO (Hr)	PLANTA DE MAIZ SIN ESTIERCOL	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE CERDO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE CERDO
6	58.52	59.98	55.67	55.12	46.18
12	61.52	62.49	56.64	61.32	49.88
24	64.67	64.26	58.11	60.24	55.55
36	70.00	72.46	64.96	65.05	57.80
TIEMPO MEDIO (h)	121.46	117.91	170.23	157.74	106.50

CUADRO XVI

PROMEDIOS DE CONSUMO APARENTE DE LOS ENSILADOS, MATERIA SECA,  
 PROTEINA CRUDA Y PESO CORPORAL EN BORREGOS.

KG.	PLANTA DE MAIZ SIN ESTIERCOL	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE BOVINO	MAIZ CON 40% DE ESTIERCOL DE CERDO	MAIZ CON 20% DE ESTIERCOL DE CERDO
PROMEDIO CONSUMO APARENTE DE LOS EN- SILADOS	0.588	0.800	0.713	0.496	0.406
CONSUMO DE M.S.	0.107	0.137	0.122	0.126	0.090
CONSUMO DE PROTEINA CRUDA	0.009	0.014	0.011	0.020	0.013
PESO PROMEDIO INICIAL (KG.)	23.000	23.000	23.000	23.000	23.000
PESO PROMEDIO FINAL EN LOS BORREGOS (KG.)	23.830	23.530	23.160	23.930	23.860

## XII. LITERATURA CITADA.

1. Albin, R.C.: Handling and disposal of cattle waste. J. Anim. Sci., 32:802 (Abstr) (1971).
2. Albin, R.C. and Sherrod, L.B.: Nutrition value of cattle feedlot growing-finishing beef cattle. Waste for in: Managing Livestock. Am. Soc. Agric., pp. 211-217 (1975).
3. Alvarado, P.A.: Efecto de la sustitución del concentrado convencional por gallinaza-melaza (70-30%) en el crecimiento de becerros en confinamiento. Tesis de Licenciatura. Fac. Med., Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1982.
4. Alvarez, R.C., Facheco, J.P., Pérez, G.P. and Viniegra, G.G.: - Maize substitution by biofermel (molasses and prefermented faeces) in diets for bovine cattle. J. Agric. Sci., 13:83-91 - - (1979).
5. Anthony, W.B. and Nix, R.R.: Feeding potential of reclaimed fecal residue. J. Dairy Sci., 45:1538-1539 (1962)
6. Anthony, W.B.: Wastelage a new concept in cattle feeding. J. Anim. Sci., 27:289 (Abstrs) (1968).
7. Anthony, W.B.: Cattle manure: Re-use through wastelage Feeding Proc. Conf. Anim., Waste manage., pp 105-113 (1969).
8. Anthony, W.B.: Feeding value of cattle manure., J. Anim. Sci.-30:274-277 (1970).
9. Anthony, W.B., Mora, E.C., Mc Caskey, T.A. and Cunningham, -- Jr. J.P.: Livestock waste as animal Annu. report., Auburn, - - University, Alabama. (1971).
10. Anthony, W.B.: Animal waste value-nutrient recovery and utilization. J. Anim. Sci., 32:799-802 (1971).
11. Anthony, W.B. and Nix, R.R.: Cattle manure as feed for cattle. Publ. Proc., 27:293-296 (1971).

12. Anthony, W.B.: Nutritional value of cattle waste for cattle. - Fed Proc., 33:1939-1941 (1974).
13. Anthony, W.B.: Cattle waste in ruminant nutrition. Animal waste for animal feeding. Conf., Atlanta, Georgia., pp 45-48 (1977).
14. Arevalo, N.J.R.: Utilización de estiércol de los bovinos, cerdo y aves en la Nutrición animal. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México., -- D.F. 1978
15. Arndt, D.F. and Day, D.L.: Processing and handling of animal excreta for refeeding. J. Anim. Sci., 48:157-162 (1979).
16. Association of Official Analytical Chemist. (A.O.A.C.) Official Methods of Analysis. 13th Ed., Washington, D.C. (1980).
17. Barcena, G.R.: Estiércol: Prometedor complemento de la dieta ovina. Rev. Ranchos y Fierros., 3:9-15. (1983).
18. Bhattacharya, A.N. and Taylor, J.C.: Recycling animal waste as a Feedstuff., a review. J. Anim. Sci., 41:1438-1457 (1975).
19. Blaxter. K.L.: Metabolismo energético de los Ruminantes. Ed. -- Acriba, España, (1975).
20. Brown, G.F., Armstrong, D.F. and Mc Rae, J.C.: The establishment in operation of cannula into rumen and reentrant cannulas into the duodenum and ileum of the sheep. Br. Vet. J., - - 124:78-82 (1968).
21. Calvert, C.C.: Systems for the indirect recycling by using animal and municipal wastes as a substrate for protein production Nuevos recursos Forrajeros. F.A.O. Congreso en Roma., pp 245 - 262 (1976).
22. Carro, E.J., and Jasper, D.E.: Distribution of enterobacteriaceae in recycled manure bedding of California Dairies. J. Dairy Sci., 61:1498-1508 (1978).
23. Ciorda, H.G. and Anthony, W.B.: Viability of parasitic nematodes in wastelago. J. Anim. Sci., 28:133-134 (Abstra) (1969).
24. Cochran, W.G. y Cox, G.M.: Diseños Experimentales. 9th Ed. Trillas, México, D.F. 1985.
25. Day, D.F.: Processing and handling of animal excreta for refeeding. J. Anim. Sci., 18:157-158 (1979).

26. Gíaz C.P., Lezcano, P. y Elfás, A.: Uso del ensilaje de excreta vacuna y miel final en la alimentación porcina. Sustitución de una dieta de maíz por ensilaje de excretas para puercos en crecimiento. Rev. Cub. Cienc. Agric., 13:33-37 (1979).
27. Diggs, B.C., Baker, B. Jr. and James, F.G.: Value of pig faeces in swine finishing rations. J. Anim. Sci., 24:291 (Abstrs) (1965).
28. Dirección de Alimentación Animal y Recursos Forrajeros. Dirección General Normativa Pecuaria, S.A. R.H., México, D.F. - - - (1986).
29. Dyer, I.A., Riquelme, E., Baribo, L. and Couch, B.Y.: Residuos de celulosa como fuente energética para producir proteínas de origen animal. Rev. Mun. Zoot., 1:39-43 (1975).
30. Ellis, W.C., Matis, J.H. and Lascano, C.: Quantitating ruminal turnover. Fed. Proc., 38:2702-2706 (1979).
31. Erving, E.S., Marco, G.J. and Emery, E.M.: Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci., 44:1768-1771 (1961).
32. Farguhar, A.S., Anthony, W.B. and Ernest, J.V.: Prevention of sporulation of bovine coccidia ensiling of a manure-blended diet. J. Anim. Sci., 49:1145-1430 (1979).
33. Flores, B.N.: Estiércol deshidratado de bovino como fuente proteica en la alimentación de ovinos en engorda. Tesis de Licenciatura. Esc. de Agro. Universidad de San Luis Potosí, S.L.P., México. 1979.
34. Fontenot, J.P. and Webb, K.E. Jr: Health aspects of recycling animal wastes by feeding. J. Anim. Sci., 40:1267-1277 (1975).
35. Fontenot, J.P.: Alternatives in animal waste utilization, introductory comments. J. Anim. Sci., 48:11-112 (1979).
36. Gonzales, P.E. y Merino, Z.H.: Valoración nutricional de ensilaje de maíz empleando urea, melaza+urea y Carbonato de Calcio - como aditivos. Rev. Tec. Pec., 27:22-27 (1974).
37. Hardy, C. y Elfás, A.: Ensilaje de excretas y miel final. Efecto de diferentes proporciones de excretas y miel final sobre los compuestos nitrogenados. Rev. Cub. Cienc., 12:79-83 (1978).

38. Harmon, B.V.: Reciclaje de las deyecciones porcinas por fermentaciones aerobias. Rev. Mundial Zoot., 18:34-38 (1976).
39. Harpster, W.H., Long, A.T., Lalonde, M.C. and Saylor, W.W.: Nutritive value of ensiled cattle. J. Anim. Sci., 45:240-241 (Abstr) - (1975).
40. Harpster, W.H., Long, A.T. and Saylor, W.W.: Nutritive value of ensiled cattle waste for lambs and growing finishing cattle. J. Anim. Sci., 46:238-248 (1978).
41. Heras, F.B., Melgarejo, V.L. Malagón, V.C., Sánchez, C.E. Y Hurley, P.O.: Reciclaje del excremento de bovino ensilado en la alimentación de rumiante. Memorias VIII, Congreso Nacional de Bui- -- tria. ANVEB. Veracruz, Ver., pp 201-204 (1982).
42. Hungate, R.E.: The rumen and its microbes. Ed. Academic Press., New York. (1966).
43. Kempton, T.J.: El uso de bolsas de nylon para caracterizar el -- potencial de degradabilidad de alimento para el rumiante, Prod. - Anim. Trop., 5:115-126 (1980).
44. Kornegey, E.T., Holland, M.R., Webb, K.E. Bovard, K.P. and Hedges, J.D.: Nutrient characterization of fecal waste and utilization of these nutrients by swine. J. Anim. Sci., 44:608-619 (1977).
45. Lamm, W.D., Webb, K.E. Jr. and Fontenot, J.P.: Ensilage characteristics digestibility and feeding value of ensiled cattle waste -- and ground hay and without sodium hydroxide. J. Anim. Sci., -- 48:104-110 (1979).
46. Leatherwood, J.M.: Cellulose degradation by Ruminococcus. Fed. Proc., 32:1814-1818 (1973).
47. Lezcano, P., Elías, A. Y Fardy, C.: Uso del ensilaje de excretas - vacuna y miel como una nueva fuente de alimento para puercos en cebada. Rev. Cub. Cienc. Agric., 11:289-294 (1977).
48. Lucas, D.M., Fontenot, J.P., and Webb, K.E. Jr.: Digestibility of untreated and NaOH treated cattle feces. J. Anim. Sci., 41:241-242 (Abstr) (1975).
49. Lucas, D.M., Fontenot, J.P. and Webb, K.E. Jr.: Composition and -- digestibility of cattle fecal waste. J. Anim. Sci., 41:1480-1486 (1975).

50. Mendez, P.I.: Comentarios sobre diseños y análisis de experimentos con animales. Comunicaciones Técnicas No. 67. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. Universidad Nacional Autónoma de México., D.F. 1981.
52. McDonald, P., Henderson, A.R. and Ralton, J.: Energy changes during ensilage. J. Sci. Fd. Agric., 24:827-834 (1973).
53. Mc Caskey, T.K. and Anthony, W.B.: Human and health aspects of feeding livestock excreta. J. Anim. Sci., 48:163-177 (1979).
54. Mehrez, A.S. and Orskov, E.R.: A study of the artificial fiebre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci. Cam., 88:645-650 (1977).
55. More, J.D. and Anthony, W.B.: Enrichment of cattle manure for feed by anaerobic fermentation. J. Anim. Sci., 30:324-(Abstr) - (1970).
56. Moor, A.G.: Potential health hazards and legal implication of waste recycling. Nuevos recursos forrajeros. F.A.O. Congreso en Roma., pp 295-300 (1976).
57. Muller, Z.O.: Feed from animal wastes. State of knowledge: Animal production and health paper. F.A.O., 18:35-79 (1980).
58. Muller, Z.O.: Economic aspects of recycled waste. Nuevos recursos forrajeros. F.A.O. Congreso en Roma., pp 265-294 (1976).
59. Newton, L.G., Utley, R.P., Ritter, Jr. and Mc Cormick, C.W.: - - Feeding wastelage and digestibility of wastelage and dried waste diets. J. Anim. Sci., 41:242 (abstr) (1975).
60. Ochoa, A.M., Bravo, O.F. y Avila, C.R.: Uso de material fecal de cerdos y gallinaza en la alimentación de ovinos en crecimiento. Tec. Pec. de Méx., 21:4-9 (1972).
61. Ochoa, A.M., Bravo, O.F. y Avila, C.R.: El excremento seco de cerdo y la gallinaza como alimento proteico en las raciones para engorda de ovinos en crecimiento. Tec. Pec. de Méx., 21:22-27 (1972).
62. Ohyama, M. and Mc Donald, P.: The effect of some additives on aerobic deterioration of silage. J. Sci. Fd. Agric., 26:941-948 (1975).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

63. Okamoto, M., Waldo, D.R., Miller, R.W. and More, L.A.: Histamine - Levels in forages and dry matter intake of Heifers. J. Dairy Sci., 47:1231-1236 (1964).
64. Palacios, O.A., Melgarejo, V.L., Sánchez, C.E. y Malagón, V.C.: Análisis de las características del estiércol de bovino. Memorias VIII. Congreso Nacional de Buiatría. AMMYER, Veracruz, - Ver., pp 191-196 (1982).
65. Pearce, G.R.: Chemical composition of pig faeces studies on -- the utilization of pig waste. Animal production and health - paper. F.A.O., 18:36-38 (1980).
66. Pérez, G.F. y Viniegra, G.G.: Potencial del uso del estiércol - en la alimentación de los bovinos. Cien. Vet., 1:241-263 (1976).
67. Pratt, P.F.: Mangement restrictions in soil application of manure. J. Anim. Sci., 48:134-143 (1979).
68. Preston, R.L.: Digestibility of faeces from cattle fed finishing. J. Anim. Sci., 33:292-294 (1971).
69. Ramirez, R.M.A. y Munguía, A.: Análisis técnico-económico de la adaptación de digestores anaerobios de estiércol a la agricultura y ganadería mexicana. Tesis de Licenciatura. Esc. Nac. de Cien. Biol. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 1981.
70. Raymond, W.F.: Perspectives of animal nutrition with efficient use of by-products and waste. In: By-products and animal feeding. Br. Soc. Anim. Prod., 3:3-5 (1980).
71. Silva, R.A., Melgarejo, V.L., Sánchez, C.E., Malagón, V.C. y Hurlley, P.D. Metodología del ensilaje de excremento de bovino mezclado con diferentes ingredientes. Memorias VIII Congreso Nacional de Buiatría. AMMYER, Veracruz, Ver., pp 197-200 - - (1982).
72. Smith, L.W.: The nutritional potential recycled waste. Nuevos recursos forrajeros. F.A.O. Congreso en Roma., pp 227-244 - - (1976).
73. Smith, S.O. and Weeler, W.E.: Nutritional and economic value of animal excreta. J. Anim. Sci., 48:144-156 (1979).
74. Stanogias, G. and Pearce, G.R.: Digestibility by cattle for diets containing dried pig faeces. Anim. Feed. Sci. Technol., 3:155-161 (1978).

75. Steel, R.G. and Terrie, J.H.: Principles and procedures of Statistics a Biometrical Approach. 2th Ed. Mc Graw Hill, Tokio. -- 1981.
76. Thomas, J.W., Moore, L.A., Okamoto, M. and Sykes, J.F.: A study of factores affecting rate of intake of Hefels fed silage, J. - - Dairy Sci., 44:1471-1483 (1961).
77. Thomas, J.W.: Preservatives for conserved forage crops. J. Anim. Sci., 47:722-735 (1978).
78. Urrutia, M.J.: Valor nutritivo del ensilaje de maiz con y sin - mazorca y rastrojo de maiz adicionados con Na OH (Oy4% B. Se - ca). Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1980.
79. Van Soest, P.J.: The uniformaty and nutritive availability of - celulose. Feed. Proc., 32:1804-1808 (1973).
80. Van Soest, P.J.: Use of detergente in the analysis of fibrous - feeds. IV Determination of plan cell-wall constituens. J.A.O. - A., 50:50-55 (1967).
81. Vandeherholm, H.D.: Handling of manure from different livestock and management systems. J. Anim. Sci., 43:113-120 (1979).
82. Waldo, D.R.: Potential of Chemical preservation and improvement of forage. J. Dairy Sci., 60:306-326 (1977).
83. Ward, M. and Muscato, T.: Elaboración de los residuos de bovinos para su reutilización como pienso. Rev. Mundial Zoot., 20:31-35 (1976).
84. Wilkins, R.J., Hutchinson, K.J., Wilson, R.F., and Harris, C.E.: le voluntary intake of silage by shwvp 1. Interrelacion ba - - tween silage composition and intake. J. Agric. Sci. 77:531-537 (1971).
85. Wilkinson, J.J.: Laboratory evalutation of ensiled mixtures of alkali-treated cattle excreta and whole-crop-raize. Anim. Feed. - Sci. Technol., 3:335-344 (1978).
86. Wilkinson, S.R.: Plan nutrient and economic value of animal ma - nures. J. Anim. Sci., 48:121-133 (1979).

87. Wilkinson, J.M. and Phipps, R.H.: The development of plant components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. J. Agric. Sci. Camb., 92:485-491 (1979).
88. Wilkinson J.M. Valor alimenticio de las forrajeras ensiladas de clima tropical y templado. 1. El proceso de ensilado e influencia con su valor alimenticio. Rev. Mund. Zoot. 45:36-42 (1983).
89. Wilkinson J.M. Valor alimenticio de las forrajeras Ensiladas de clima tropical Templado 2. Técnicas para aumentar al valor nutritivo del ensilado. 46:35-40 (1983).
90. Yokohama, M.T. and Nummy, W.R.V.: Inclusion of livestock faeces -- into corn silage. J. Anim. Sci., 43:211 (Abstr).
91. Zavaleta, de L. E.: Los Acidos Grasos Volátiles, fuente de Energía en los Ruminantes. Cienc. Vet., 1:233-240 (1976).