

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL
ESTIERCOL DE CERDO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA
ALBERTO VILLARREAL DE LA GARZA

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 1978

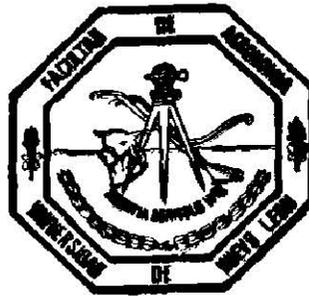
0
5
4
1

T
SF9
V5
C. 1



1080063344

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL ESTIERCOL
DE CERDO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

ALBERTO VILLARREAL DE LA GARZA

MONTERREY, N. L.,

JULIO DE 1978

020636
FA 80
1970

T
SF95
VS



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. fesis



Gracias a Dios

A MIS PADRES

SR. ISIDRO VILLARREAL GONZALEZ

SRA. AMPARO DE LA GARZA DE VILLARREAL

Con cariño y gratitud a sus esfuerzos
y sacrificios que hicieron posible la
culminación de mi carrera.

A MIS HERMANOS

ISIDRO

JESUS

GERARDO

ARTURO

MARTHA

IRMA

A MIS FAMILIARES

A MI ASESOR

ING. ANGEL J. VALENZUELA MERAZ

Mi más sincero agradecimiento por todos los consejos brindados y por su ayuda en la realización de esta tesis.

A MIS MAESTROS

Con respeto.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

I N D I C E

| | PAGINA |
|---|--------|
| INTRODUCCION | 1 |
| LITERATURA REVISADA | 3 |
| Digestión | 3 |
| Digestibilidad | 4 |
| Digestibilidad aparente | 5 |
| Digestibilidad verdadera | 5 |
| Factores que afectan la digestibilidad | 6 |
| Energía | 7 |
| Energía bruta | 7 |
| Energía digestible | 8 |
| Energía metabolizada | 8 |
| Energía neta | 8 |
| Coeficiente de digestibilidad | 9 |
| Determinación total de nutrientes digestibles | 10 |
| Determinación de la digestibilidad | 10 |
| Método de Lab. para determinar la digestibilidad | |
| Digestibilidad "in vitro" | 11 |
| Estiércol | 13 |
| Valor nutritivo | 13 |
| Palatabilidad y trastornos digestivos | 13 |
| Digestibilidad del estiércol | 14 |

| | |
|---|----|
| Formas de utilizar el estiércol | 15 |
| Secado al aire | 15 |
| Sometido al auto clave | 16 |
| Cocido | 16 |
| Lavado | 16 |
| Fresco | 17 |
| Ensilado | 17 |
| | |
| MATERIALES Y METODOS | 20 |
| | |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 25 |
| Coeficiente de correlación | 39 |
| Regresión | 40 |
| | |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 42 |
| | |
| RESUMEN | 43 |
| | |
| BIBLIOGRAFIA | 45 |

INDICE DE TABLAS

| <u>TABLA No.</u> | | <u>PAGINA</u> |
|------------------|---|---------------|
| 1 | Grupos de novillos alimentados con diferentes dietas de estiercol y alimento -- concentrado | 15 |
| 2 | Cantidad anual de estiercol producido por diferentes clases de ganado | 18 |
| 3 | Cantidad de proteína contenida en el estiercol de distintas clases de ganado .. | 19 |
| 4 | Análisis bromatológico de los alimentos-concentrados utilizados en la prueba de digestibilidad del estiercol de cerdo -- 1978. | 23 |
| 5 | Análisis bromatológico de los diferentes estiércoles utilizados en la prueba de - digestibilidad del estiercol de cerdo -- 1978 | 24 |
| 6 | Análisis de varianza de la digestibilidad "in vitro" del estiercol de cerdo tratado con líquido ruminal 1978 | 25 |
| 7 | Comparación de medias de la digestibilidad "in vitro" del estiercol de cerdo -- 1978 | 26 |
| 8 | Análisis de varianza del % de fibra deter | |

TABLA No.

PAGINA

| | | |
|----|--|----|
| | gente neutro (FDN) de la digestibilidad- "in vitro" del estiercol de cerdo 1978.- | 27 |
| 9 | Comparación de medias del % de fibra de- tergente neutro (FDN) de la digestibili- dad "in vitro" del estiercol de cerdo -- 1978 | 28 |
| 10 | Análisis de varianza del % de fibra de-- tergente ácido (FDA) de la digestibili - dad "in vitro" del estiercol de cerdo -- 1978 | 29 |
| 11 | Comparación de medias del % de fibra de- tergente ácido presentada para observar las diferencias existentes entre los tra- tamientos de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiercol de cerdo 1978.. | 30 |
| 12 | Análisis de varianza del % de lingina de la prueba de digestibilidad "in vitro" - del estiercol de cerdo 1978 | 31 |
| 13 | Comparación de medias del % de lingina - de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiercol de cerdo 1978 | 32 |
| 14 | Análisis de varianza del % de celulosa - de la digestibilidad "In vitro" del es - tiercol de cerdo 1978 | 33 |

TABLA No.

PAGINA

| | | |
|----|--|----|
| 15 | Comparación de medias del % de celulosa - de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiercol de cerdo 1978 | 34 |
| 16 | Análisis de varianza del % de Sílice de - la prueba de digestibilidad "in vitro" -- del estiercol de cerdo 1978 | 35 |
| 17 | Comparación de medias del % de Sílice de - la prueba de digestibilidad "in vitro" -- del estiercol de cerdo 1978 | 36 |
| 18 | Análisis de varianza del % de ceniza re - sidual de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiercol de cerdo 1978 | 37 |
| 19 | Comparación de medias del % de ceniza re - sidual de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiercol de cerdo 1978 | 38 |
| 20 | Coefficientes de correlación existentes -- entre la digestibilidad y las demás varia <u>b</u> les analizadas en la prueba de digestibi <u>l</u> idad del estiercol de cerdo 1978 | 39 |
| 21 | Análisis de varianza de la relación entre la fibra detergente neutro y la digestibi <u>l</u> idad "in vitro" del estiercol de cerdo - 1978 | 41 |

INTRODUCCION

Ante la crisis mundial de alimentos para el hombre, la cual día a día se agudiza, hay la necesidad, en primer lugar de incrementar la producción y en segundo lugar disminuir el déficit de alimentos, eliminando hasta donde sea posible la competencia por alimentos básicos entre el hombre y los animales domésticos. Se han estado utilizando productos que no son aprovechables directamente por el hombre, como son los residuos agrícolas, residuos industriales y recientemente desechos orgánicos y excrementos de origen animal en combinación con otros ingredientes en la alimentación de animales para que éstos lo transformen en productos útiles al hombre (leche, carne, huevo). Además de la competencia actual que existe por los productos alimenticios entre el hombre y los animales (Monogástricos principalmente), tenemos una mayor demanda por el crecimiento sin control de la población.

La escasez de alimentos para el ganado cada día es mayor, igual sucede con los ingredientes que forman o componen una ración. Por lo tanto el hombre se ha visto en la necesidad de buscar técnicas o procesos para industrializar forraje o residuos Agrícola-Industriales y encontrar sustitutos que puedan servir en la alimentación animal en una forma eficiente y económica.

Como resultado de los amplios conocimientos biológicos en las últimas décadas, el racionamiento en la nutrición animal puede llevarse a cabo en términos extraordinarios económicos.

Con esto en mente se planteó la posibilidad de utilizar el estiércol de cerdo en la alimentación de Poligástri con con el objeto de que puedan aprovechar los residuos excretados.

Dada la importancia que representa la producción de carne y leche a un menor costo posible, se pensó en aprovechamiento del estiércol de cerdo con los siguientes objetivos:

- 1) Análisis bromatológico del estiércol de cerdo.
- 2) Determinación de la digestibilidad "in vitro" y -- del uso de detergentes para determinar el contenido de los constituyentes de la pared celular.

LITERATURA REVISADA

Digestión:

Digestión es el proceso por el cual los alimentos son reducidos en forma mecánica y química y por la intervención de microorganismos en compuestos más sencillos que puedan ser absorbidos y metabolizados.

El trabajo mecánico se desarrolla por la masticación y las constricciones musculares del aparato digestivo.

La acción química se lleva a cabo por las diversas enzimas segregadas con los jugos digestivos cuya acción es hidrolizar los alimentos, la cual consiste en el rompimiento de moléculas grandes, de esta manera cada molécula de gran tamaño es reducida gradualmente o moléculas más pequeñas.

El proceso microbiano, también enzimático está a cargo de las bacterias y protozoarios, que tiene un significado especial en la digestión de los rumiantes, en los monogástricos la acción microbiana es menor y ésta se desarrolla en el intestino grueso. (9, 21).

Digestibilidad:

El término digestibilidad es normalmente tomado para indicar que los nutrientes y sustancias afines son absorbidos del Tracto digestivo una vez atacados por alguna enzima digestiva o desintegrados por la microflora.

El valor potencial de un alimento para suministrar un determinado nutriente puede conocerse mediante análisis -- químicos, pero el valor real que tiene para el animal es siempre inferior ya que durante la digestión, absorción y metabolismo se producen pérdidas (10).

Para conocer este valor lo primero que hay que considerar es la porción del alimento que no es absorbida y que se excreta en las heces.

Las diferencias anatómicas y fisiológicas del aparato digestivo de diversas especies animales motivan gran variación en la capacidad de aprovechamiento nutritivo de los diversos tipos de alimento. Las variantes son mayores en el caso de los forrajes, a causa del contenido de polisacáridos complejos. Las especies pecuarias difieren poco en su capacidad para digerir alimentos concentrados como son los gramos y sus subproductos, pues la mayor parte de ellos

contienen poca fibra bruta (17).

Cuando los alimentos atraviesan el tubo digestivo no son utilizados íntegramente, una parte es expulsada al exterior sin haber suministrado nada al organismo.

Se comprende fácilmente que no hay alimentación racional posible sin la evaluación de estas pérdidas esto condujo a los fisiólogos a estudiar la digestibilidad o coeficiente de utilización digestiva de un alimento.

La digestibilidad de un alimento se define como la porción del alimento que no es excretada con las heces y que se supone, por lo tanto que ha sido absorbido; por lo general se representa como coeficiente de digestibilidad. Que se expresa en porcentaje de materia seca (10).

Digestibilidad Aparente:

Por definición la materia seca digestible es la porción de materia seca del alimento ingerido que no aparece en las heces (3, 6).

Digestibilidad verdadera:

Esta es la digestibilidad aparente menos los valores

de compuestos de origen metabólico o endógeno como algunas partes de jugos digestivos la descamación de los epitelios, la producción de metano y microorganismos que se mueven en el intestino grueso (4, 9).

Van Soest (23) dice que la digestibilidad verdadera - de todas las raciones forrajeras y concentrados es siempre más alta que la digestibilidad aparente debido a que parte de las heces son de origen metabólico.

Factores que afectan la digestibilidad:

Los coeficientes de digestión no son constantes para un alimento o para una especie animal determinada, pues su fren la influencia de diversos factores variables. Por ejem plo la fibra bruta tiende a afectar la digestibilidad prin cipalmente protegiendo los constituyentes del alimento -- frente al ataque de los jugos digestivos, la fracción de - fibra bruta influye sobre manera en su digestibilidad tan- to en su cantidad como en su composición química. La celu- losa pura es rápidamente digerible por los rumiantes inclu so por algunos no rumiantes, pero si la celulosa va acompa ñada de lignina, la digestibilidad de la fracción de fibra bruta disminuye (7, 16).

Con las proteínas se presenta otro problema en relación a la digestibilidad, la proteína de la dieta es atacada en el tracto digestivo por los jugos y los microorganismos, por lo tanto además de las proteínas no digeridas en la dieta las heces pueden contener proteínas de origen bacteriano y de los jugos digestivos (6).

Energía:

La energía se define como la capacidad de realizar un trabajo, por lo tanto la energía es necesaria para todos los procesos vitales, en consecuencia es conveniente conocer las cantidades de energía que necesita un animal para desarrollar sus diversas funciones de forma que pueda planificarse la utilización más eficaz de los alimentos y de otros recursos. (13).

Energía bruta:

La energía bruta es la cantidad de calor medida en calorías, que se libera cuando es oxidada completamente una sustancia. Esta determinación se realiza con una bomba calorimétrica que contiene de 25 a 30 atmósferas de oxígeno.

Los valores medios correspondientes a la energía bru-

ta de los 3 componentes principales de los alimentos se es tima que son los siguientes: (13)

| | | | |
|---------------------|-----------|-------|------|
| HIDRATOS DE CARBONO | - - - - - | K cal | 4.10 |
| PROTEINAS | - - - - - | " " | 5.65 |
| GRASAS | - - - - - | " " | 9.45 |

Energía digestible:

Es la cantidad de energía bruta ingerida del alimento menos la energía fecal. Todas las pérdidas de energía en la digestión ya sea en forma de gas o calor se incluyen co mo energía digestible (3).

Energía metabolizada:

Es la energía bruta del alimento menos la energía fe- cal menos la energía de los productos gaseosos de la diges- ti ón y menos la energía de la orina (13).

Energía neta:

Es la diferencia entre la energía metabolizable y el incremento de calor.

La energía neta incluye la cantidad de energía utilizada solamente para el mantenimiento o bien para mantenimiento más producción (13).

Coeficiente de digestibilidad:

No es la cantidad total de componentes nutritivos de un alimento lo que interesa, sino la cantidad de ellos que digiere, asimila y aprovecha el animal. Por ello no basta el análisis químico para conocer las cualidades nutritivas de un alimento, sino que son necesarias las pruebas de digestibilidad.

En vista de que la digestibilidad de un alimento consiste en la diferencia entre los nutrientes consumidos y los que aparecen en las heces, la digestibilidad se puede calcular midiendo cada clase de alimento (9).

El total de nutrientes encontrados en la materia fecal se resta del total de nutrientes suministrados, la diferencia de la cantidad digerida o de la digestibilidad aparente. La diferencia así calculada se convierte en un porcentaje llamado coeficiente de digestibilidad, dividiendo la diferencia por el consumo total y multiplicado el resultado por 100 (3).

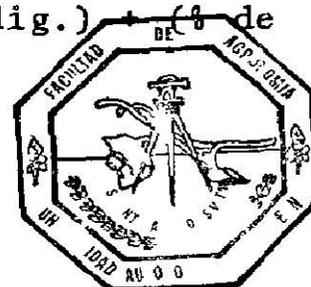
$$\text{(Total de nutrimento consumido)} - \text{(Total de nutrientes en las heces)} = \text{Nutrientes digeridos}$$

$$\text{Coeficiente de digestión: } \frac{\text{Nutrientes digeridos}}{\text{Total de nutrientes consumidos}} \times 100$$

Determinación del total de nutrientes digestibles (NDT)

El sistema de nutrientes digestibles totales (NDT) - para la evaluación de alimentos es el más común. (NDT) es una medida de la energía Digestible en términos de equivalencias de carbohidratos. Los coeficientes de digestibilidad de los diferentes nutrimentos se usan para su determinación cada uno de estos coeficientes se multiplica por un factor basado sobre los valores caloríficos de los nutrimentos (3).

$$\text{NDT} = (\% \text{ de proteína bruta} \times \text{coef. de Dig.}) + (\% \text{ carbo.} \times \text{coef. de dig.}) + (\% \text{ fibra} \times \text{coef. de dig.}) + (\% \text{ de grasa} \times \text{coef. de dig.} \times 2.25)$$



Determinación de la digestibilidad:

BIBLIOTECA
GRADUADOS

La determinación de la digestibilidad de los alimentos es cosa costosa y algo complicada. Sobre todo en poli-

gástricos, pues hay que determinar con exactitud los nutrientes ingeridos y los excretados durante un determinado período de tiempo para poder obtener la digestibilidad y - además las heces no solo contienen los residuos no digestibles de la ración sino también sustancias extrañas al alimento suministrado como jugos gástricos, la descamación de los epitelios intestinales y microorganismos que son parte de la fauna del rumen y del intestino grueso (4).

Método de laboratorio para determinar la digestibilidad:

Los ensayos de digestibilidad son tan molestos de realizar que se han hecho numerosos intentos para reproducir en el laboratorio las reacciones que tienen lugar en el -- tracto digestivo del animal (6).

Digestibilidad "in vitro".

El término digestibilidad "in vitro" tiende a medir - la digestibilidad verdadera, porque los productos metabólicos animales no pueden ser segregados, "in vitro".

La digestibilidad "in vitro" se usa para estudiar los aspectos cualitativos y cuantitativos de la digestión.

El coeficiente de digestibilidad "in vitro" se determina con la porción del alimento que ha sido disuelto durante la incubación, teóricamente habría de ser igual a la digestibilidad "in vitro", pero la realidad es menor debido a la producción de residuos bacterianos que podrían tener una digestibilidad considerable en el tracto digestivo.

El rumen artificial consta en esencia de un recipiente de vidrio con dispositivos que aseguran anaerobiosis y un pH constante (23).

Para determinar la digestibilidad "in vitro" por el método de Van Soest, Armitage y Tilley-Terry, (23) se requieren pequeñas cantidades del material a probar y se pueden valorar muchos forrajes en un período de tiempo relativamente corto si lo comparamos con el que se necesita en los ensayos de digestibilidad "in vivo" los índices de correlación entre la digestibilidad "in vitro" y la digestibilidad "in vivo" son altamente significativos, permitiendo así una estimación confiable sobre la digestibilidad del material ensayado (23).

Con esto queda de manifiesto que los métodos "in vitro" nos pueden ayudar a comprender el valor alimenticio de los alimentos y en el desarrollo de una alimentación --

más eficiente.

Estiércol:

Se tiene poca información sobre el potencial que representan los excrementos de las especies domésticas comerciales como posible sustituto de otras fuentes protéicas o enérgicas de ahí el interés del presente trabajo de investigación.

Valor nutritivo:

Algunos informes revelan que los excrementos de animales domésticos tienen propiedades nutritivas Anthony (1967) (2) señala que la gallinaza es una fuente rica en nitrógeno y minerales concluye que la gallinaza a niveles de 5.0, 10.0 y 15.0% de la ración de las borregas es buena fuente de proteína para la engorda de éstas.

Palatabilidad y trastornos digestivos:

En un principio se tenía la idea de que los excrementos como alimentos eran poco palatables, transmitían enfermedades y provocaban trastornos digestivos, esta inquietud quedó aclarado por Anthony (2) al señalar que la gallinaza no causaba enfermedad alguna, negó la posibilidad de tras-

misión de enfermedades y señaló que el producto que se --
obtenía era de buena calidad (2, 8).

Digestibilidad del estiércol.

La inclusión del estiércol en las dietas de animales domésticos, no han afectado su digestibilidad Anthony (2) realizó un experimento utilizando estiércol de vacas en la alimentación de novillos el experimento consistió en 3 grupos de novillos y 3 dietas una para cada grupo; al primer grupo se le alimentó con la dieta testigo a base de con--centrados, al segundo grupo con 60% de concentrado y 40% - estiércol lavado, y al tercer grupo con 60% concentrado y 40% estiércol cocido en auto clave, los coeficientes de digestibilidad de la materia seca, celulosa y proteína encontrado son bastantes satisfactorios.

En la Tabla 1 se muestran grupos de novillos alim_{en}ta dos con diferentes dietas de estiércol y alimento concen--trado.

Tabla 1 Grupos de novillos alimentados con diferentes -- dietas de estiércol y alimento concentrado (2).

| TRATAMIENTO | MATERIA SECA | CELULOSA | PROTEINAS |
|-------------|--------------|----------|-----------|
| Grupo 1 + | 62.89 | 29.10 | 49.84 |
| Grupo 2 ++ | 67.36 | 51.52 | 56.16 |
| Grupo 3 +++ | 61.02 | 37.57 | 50.80 |

+ (concentrado solo)

++ (60% concentrado más 40% estiércol lavado)

+++ (60% concentrado más 40% estiércol cocido en auto -- clave).

Formas de utilizar el estiércol:

Se han presentado diferentes formas de utilizar los excrementos en la alimentación del ganado. A continuación se muestran algunos procedimientos seguidos por diferentes investigadores para preparar los alimentos antes de proporcionarlos a los animales.

Secado al aire:

Este método es el más sencillo práctico y económico -

para utilizar excrementos ya que no requiere grandes inversiones para realizarlo. Todo consiste en coleccionar el estiér^{col} fresco y ponerlo a secar al sol, exponiéndolo en capas delgadas durante un período corto, teniendo la precaución de removerlo constantemente para evitar fermentaciones (2, 8).

Sometido al auto clave:

Cuevas (8) utilizó este método al someter la gallinaza al autoclave a 10 Lbs. de presión durante media hora y a 116°C de temperatura con el fin de secarla y esterilizarla.

Cocido:

Este método fue utilizado por Anthony (2) al someter el estiér^{col} fresco de vaca (2, 8).

Lavado:

Anthony (2) utilizó este método para preparar estiér^{col} fresco de vaca. El procedimiento consistió en coleccionar estiér^{col} fresco en un recipiente agregarle agua para formar una mezcla agitarla y dejarla que se asiente (dos ho--

ras), después de desechar el líquido, se repite la operación y después de desechar de nuevo el líquido, el residuo sobrante se mezcla directamente con concentrado (2, 8).

Fresco:

También fue utilizado por Anthony (2) al mezclar el estiércol fresco de vaca directamente con concentrado sin embargo, se le encuentra una gran desventaja a este método ya que en la práctica sería difícil juntar el estiércol a diario para mezclarlo con concentrado antes de alimentar los animales.

Así nació la idea de la conservación del estiércol mediante el ensilado (2, 8).

Ensilado:

Este método ha sido señalado por Anthony (2), consiste en la mezcla del estiércol fresco con forrajes molidos en una relación de 57% de estiércol por 43% de paja.

Se muestra en la Tabla 2 el estiércol recogido anualmente por diferentes clases de ganado de edades mixtas con raciones normales (8).

Tabla 2 Cantidad anual de estiércol producido por diferentes clases de ganado y aves de corral (18).

| CLASE DE GANADO | TON. DE ESTIERCOL PRODUCIDO EN 100 KG DE ANIMAL VIVO. |
|-----------------|---|
| Caballos | 20.0 |
| Becerras | 18.8 |
| Vacas | 33.0 |
| Ovejas | 16.6 |
| Cerdos | 40.0 |
| Aves de corral | 10.0 |

La Tabla 3 muestra la cantidad de proteínas contenida en el estiércol de distintas clases de ganado (8).

Tabla 3 Contenido protéico en excrementos de distintas -
clases de ganado (8).

| | | |
|---------------------|-----|-------|
| Estiércol de bovino | (1) | 11.4% |
| Estiércol de bovino | (2) | 20.4% |
| Gallinaza | (3) | 17.5% |
| Gallinaza | (4) | 20.5% |
| Gallinaza | (5) | 27.9% |
| Estiércol de Cerdo | (6) | 27.2% |

- 1) Heces deshidratadas de vacas lactantes alimentadas con ración de ensilado y concentrado.
- 2) Heces deshidratadas de novillo de engorda alimentados con ensilado.
- 3), 4), 5) Heces deshidratadas de gallinas en postura enjauladas con una dieta a base de maíz y soya con un contenido protéico de 17.0%.
- 6) Heces deshidratadas de cerdo en engorda alimentados con una ración de maíz-soya al 12% de proteína.

MATERIALES Y METODOS

La presente prueba se llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., teniendo una duración de 102 días, iniciándose el 10. de octubre de 1977 y terminándose el 10 de enero de 1978.

MATERIALES:

Los estiércoles utilizados en la presente prueba fueron: de cerdos de crecimiento con una edad promedio de tres meses, de cerdos en desarrollo con una edad promedio de cinco meses, de marranas lactantes, de marranas gestantes y del semental con una edad promedio de tres años. Alimentados a base de concentrado, el estiércol se recolectó en las porquerizas del Campo Experimental Pecuuario de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicado en la Ex-hacienda del Canadá, Mpio. de Gral. Escobedo, N. L.

Los materiales de laboratorio utilizados en la presente prueba fueron: baño maría, tanque de CO₂, balanza analítica, estufa, mufla, crisoles de vidrio porosos, matraces, vasos berzelius, probetas, agitadores, bomba de vacío y reactivos.

El alimento que comieron los cerdos fue analizado en el laboratorio Tabla (4) asimismo el estiércol Tabla -- (5).

MÉTODOS:

Los tratamientos quedaron como sigue:

- Tratamiento I.- Estiércol de cerdos en crecimiento.
- Tratamiento II.- Estiércol de cerdos en desarrollo.
- Tratamiento III.- Estiércol de cerdas gestantes.
- Tratamiento IV.- Estiércol de cerdas lactantes.
- Tratamiento V.- Estiércol de semental.

El diseño experimental que fue utilizado es el de completamente al azar, con 5 tratamientos y 3 repeticiones.

Los reactivos utilizados, son los sugeridos por Georing y Van Soest (23) en el "Manual de aparatos, reactivos, procedimientos y aplicación de los análisis de fibra de forraje", publicados por el servicio de investigación de Estados Unidos; y el análisis bromatológico por el método usado en el laboratorio.

El estiércol fue recolectado fresco y puesto a secar al sol en piso de concreto. El período en secarse fue de 4

a 5 días.

Después de secado, se trituroó y se pasó por un molino "Willey" grande y tamizado a través de una malla de 1 mm.

Se determinó la digestibilidad "in vitro" de cinco muestras de estiércol de cerdo a distintas edades con tres repeticiones. Las partes digestibles que se tomaron en cuenta para la evaluación del estiércol fueron: Constituyentes de las paredes celulares, fibra detergente neutro (FDN), contenido de las celulosas, fibra detergente ácido (FDA), lignina, celulosas lignificadas, cenizas insolubles y sílice por medio del permanganato y análisis bromatológico.

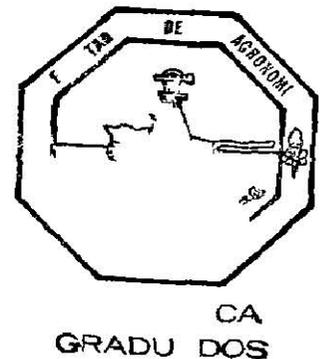


Tabla 4 Análisis bromatológico de los alimentos concen--
trados utilizados en la prueba de digestibilidad
"in virto" del estiércol de cerdo 1978.

| Componentes | C O N C E N T R A D O S | | |
|---------------|-------------------------|----------------|----------------|
| | D ₁ | D ₂ | D ₅ |
| Humedad | 10.8 | 10.5 | 11.3 |
| Cenizas | 5.06 | 5.69 | 5.99 |
| Calcio | .666 | 1.05 | .146 |
| Fósforo | .790 | .488 | .465 |
| Proteína | 19.7 | 17.2 | 16.5 |
| Grasa | 2.35 | 2.25 | 2.19 |
| Fibra | 5.05 | 5.19 | 6.73 |
| Carbohidratos | 23.7 | 20.9 | 24.9 |

En la Tabla 5 se muestra el análisis bromatológico de los diferentes estiércoles utilizados.

Tabla 5  Análisis bromatológico de los diferentes estiércoles utilizados en la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| Componentes | T R A T A M I E N T O S | | | | |
|---------------|-------------------------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V |
| Humedad | 9.42 | 9.83 | 9.83 | 9.59 | 9.20 |
| Ceniza | 12.9 | 15.4 | 18.9 | 18.9 | 23.7 |
| Calcio | .213 | .442 | .108 | .299 | .108 |
| Fósforo | 2.15 | 2.50 | 3.32 | 3.66 | 3.69 |
| Proteína | 33.3 | 29.2 | 25.7 | 25.1 | 25.9 |
| Grasa | 3.88 | 3.57 | 2.15 | 1.69 | 1.24 |
| Fibra | 16.3 | 24.4 | 20.0 | 22.7 | 19.9 |
| Carbohidratos | 3.80 | 3.69 | 3.40 | 3.10 | 3.65 |



RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la prueba se presentan en tablas para una mejor interpretación y se explican a continuación.

Para evaluar los diferentes tipos de estiércol se hicieron análisis de varianza para la digestibilidad "in vitro" del estiércol tratado con líquido ruminal de animales de agostadero así como para el % de fibra detergente neutro (FDN), % de fibra detergente ácido (FDA), % de lignina, % de celulosa % de sílice y ceniza residual.

La Tabla 6 muestra el análisis de varianza de la digestibilidad "in vitro", del estiércol de cerdo.

Tabla 6. Análisis de varianza de la digestibilidad "in vitro" de estiércol de cerdo tratado con líquido ruminal 1978.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F. teórica | |
|-------------|------|-----------|-------|--------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Media | -- | 78052.594 | -- | -- | -- | -- |
| Tratamiento | 4 | 1868.83 | 46.70 | 7.48++ | 3.48 | 5.99 |
| Error | 10 | 62.45 | 6.245 | | | |

++Altamente significativa

Se observa en el análisis de varianza que la F. calculada es mayor que la F. Teórica, tanto a 0.05 como a 0.01, concluyéndose que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

La comparación de medias de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo, se muestra con el fin de observar las diferencias de los tratamientos Tabla 7.

Tabla 7. Comparación de medias de la digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | 0.05 |
|--------------|--------|------|
| I | 79.06 | a |
| IV | 71.14 | b |
| II | 71.12 | b |
| V | 69.88 | b |
| III | 69.46 | b |

Muestra la Tabla 7 que los tratamientos II, III, IV y V son estadísticamente iguales y el tratamiento I es superior su digestibilidad a los demás, están determinados usando

do el valor calculado por la prueba de Duncan.

La Tabla 8 muestra el análisis de varianza del % de fibra detergente neutro (pared celular).

Tabla 8 Análisis de varianza del % de fibra detergente neutro (FDN) de la digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F. teórico | |
|-------------|------|----------|-------|---------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Media | -- | 18651.13 | -- | -- | -- | -- |
| Tratamiento | 4 | 112.90 | 28.22 | 16.97++ | 3.48 | 5.99 |
| Error | 10 | 16.63 | 1.663 | -- | -- | -- |

++ Altamente significativa.

En el análisis de varianza, se observa que la F. calculada es mayor que la F. teórica tanto al 0.05 como al 0.01, concluyéndose que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuenta al % de (F. D.N.)

La comparación de medias de la fibra detergente neutro se muestra en la Tabla 9 con el fin de observar las diferencias estadísticas de los tratamientos.

Tabla 9 Comparación de medias del % de fibra detergente (FDN) de la digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| Tratamientos | Medias | 0.05 |
|--------------|--------|------|
| V | 38.67 | a |
| IV | 36.27 | b |
| III | 36.16 | b |
| II | 34.84 | b |
| I | 30.36 | c |

El tratamiento V fue el mayor con respecto al porcentaje de fibra detergente neutro, los tratamientos II, III, y IV, son estadísticamente iguales y el tratamiento I es el de menor contenido de fibra detergente neutro.

El análisis de varianza del % de fibra detergente áci

do (FDA) se muestra en la Tabla 10.

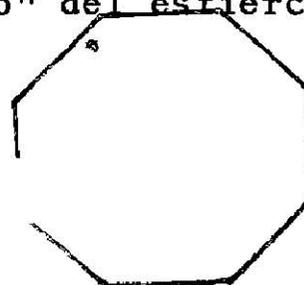
Tabla 10 $\frac{1}{2}$ Análisis de varianza al % de fibra detergente - ácido de la digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F. teórico | |
|-------------|------|----------|------|-------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Media | -- | 6536.275 | -- | -- | -- | -- |
| Tratamiento | 4 | 26.745 | 6.68 | 7.33+ | 3.48 | 5.99 |
| Error | 10 | 9.13 | .913 | -- | -- | -- |

++ Altamente significativa.

El análisis de varianza, muestra que F. calculada es mayor que F. teórica tanto al 0.05 como 0.01 concluyéndose que existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos, en cuenta al % de fibra detergente ácido (FDA).

La comparación de medias del % de fibra detergente - ácido (FDA) de la digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo, se muestra en la Tabla 11.



ADUADOS

Tabla 11 Comparación de las medias del % de fibra de detergente ácido presentadas para observar las diferencias existentes entre los tratamientos de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | 0.05 |
|--------------|--------|------|
| III | 22.29 | a |
| IV | 22.21 | a |
| V | 20.71 | a |
| II | 20.50 | a |
| I | 18.65 | b b |

Se observa que los tratamientos II, III, IV y V son estadísticamente iguales y el tratamiento I fue el menor con respecto al porcentaje de fibra detergente ácido (FDA).

La Tabla 12 muestra el análisis de varianza del % del contenido de lignina.

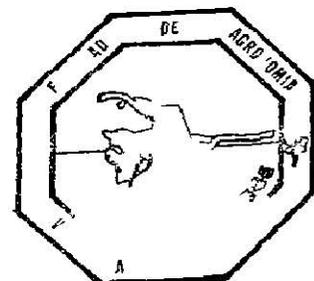
Tabla 12 Análisis de varianza del % de lignina de la --
prueba de digestibilidad "in vitro" del estiér-
col de cerdo 1978.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F. teórico | |
|-------------|------|--------|-------|---------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Media | -- | 308.72 | -- | -- | -- | -- |
| Tratamiento | 4 | 17.039 | 4.259 | 10.78++ | 3.48 | 5.99 |
| Error | 10 | 3.95 | .395 | | | |

++ Altamente significativo

El análisis de varianza muestra que la F. calculada -
es mayor que la F. teórica, tanto al .05 como al .01, con-
cluyéndose que existe una diferencia altamente significati-
va entre tratamiento, en cuento al % de lignina.

La comparación de medias del contenido de lignina se
presenta para observar las diferencias existentes entre --
los tratamientos Tabla 13.



BIBLIOTECA
GRADUADOS

Tabla 13 Comparación de medias del % de lignina de la -- prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| TATAMIENTOS | MEDIAS | 0.05 |
|-------------|--------|------|
| III | 5.75 | a |
| IV | 5.45 | a |
| V | 4.90 | a |
| I | 3.59 | b |
| II | 3.00 | b |

En las medias de la Tabla 13 se observa que los tratamientos III, IV y V son estadísticamente iguales y los tratamientos I y II son los que tienen menor contenido de lignina.

El análisis de varianza del % de celulosa se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14 Análisis de varianza del % del contenido de celulosa de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F. teórico | |
|-------------|------|---------|------|--------|------------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Media | -- | 1951.90 | -- | -- | -- | -- |
| Tratamiento | 4 | 3.76 | .94 | 3.82++ | 3.48 | 5.99 |
| Error | 10 | 2.46 | .246 | | | |

++ Altamente significativo.

El análisis de varianza muestra que la F. calculada es mayor que la F. teórica al .05 y al .01% concluyéndose que hay una diferencia altamente significativa entre tratamientos.

La Tabla 15 muestra la comparación de medias de la celulosa, con el fin de mostrar las diferencias existentes entre tratamientos.



BIBLIOTECA
GRADUADOS

Tabla 15 Comparación de medias del % de celulosa de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | .05 |
|--------------|--------|-----|
| III | 12.27 | a |
| IV | 11.52 | a b |
| II | 11.40 | a b |
| V | 10.99 | b |
| I | 10.83 | b |

Se observa en la comparación de medias que el tratamiento III es el que tiene mayor contenido de celulosa y el tratamiento I es el que tiene menor % de celulosa en comparación con los demás tratamientos concluyéndose que hay una variación significativa en el contenido de celulosa entre los tratamientos.

El análisis de varianza del % de sílice se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16 Análisis de varianza del % de sílice de la digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo --- 1978.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F. teórico | |
|--------------|------|--------|------|--------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Media | -- | 139.59 | -- | --- | -- | -- |
| Tratamientos | 4 | 6.728 | 1.68 | 6.49++ | 3.48 | 5.99 |
| Error | 10 | 2.59 | .259 | | | |

++ Altamente significativa.

En el análisis de varianza, se observa que la F. calculada es mayor que la F. teórica al .05 como a .01 concluyéndose que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al % de sílice.

La comparación de medias del sílice, se muestran con la finalidad de observar las diferencias existentes entre los tratamientos en la Tabla 17.

Tabla 17 Comparación de medias del % del sílice de la -- prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | 0.05 |
|--------------|--------|------|
| V | 4.02 | a |
| IV | 3.41 | a b |
| III | 2.95 | b c |
| II | 2.87 | b c |
| I | 1.99 | C |

Se observa en la comparación de medias de tratamiento que el I es el que tiene menor contenido de sílice y el V es el que tiene mayor contenido de Sílice en comparación con los demas concluyéndose que hay una diferencis signifi cativa entre ellos.

Van Soest y Jones (23) comprobaron que el sílice es otro factor importante en la reducción de la digestibilidad de los constituyentes de la pared celular, además encontra ron que la digestibilidad se declina tres unidades en pro-

medio por cada unidad de sílice en la materia seca.

El análisis de varianza del % de la ceniza residual - se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18 Análisis de varianza del % de ceniza residual de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F. teórico | |
|-------------|------|--------|------|---------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Media | -- | 189.53 | -- | -- | -- | -- |
| Tratamiento | 4 | 8.75 | 2.19 | 15.42++ | 3.48 | 5.99 |
| Error | 10 | 1.42 | .142 | | | |

++ Altamente significativa.

Se observa en el análisis de varianza que la F. calculada es mayor que la F. teórica tanto a 0.05 como a 0.01 - concluyéndose que hay una diferencia altamente significativa, entre tratamientos en cuanto al % de ceniza residual.

La comparación de medias de la ceniza residual se hacen con la finalidad de ver las diferencias existentes de los tratamientos Tabla 19.

Tabla 19 Comparación de medias del % de ceniza residual, de la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| TRATAMIENTOS | MEDIAS | .05 |
|--------------|--------|-----|
| V | 4.27 | a |
| IV | 4.26 | a b |
| III | 3.61 | a b |
| II | 3.44 | b |
| I | 2.18 | c |

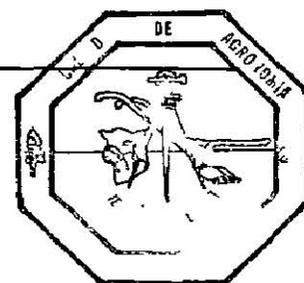
Se observa en la comparación de medias de tratamientos que el I es el que tiene menor contenido de ceniza, y que la variación del contenido de cenizas entre el II, III y IV es muy pequeña concluyéndose que hay una variedad significativa entre los tratamientos.

Coeficiente de correlación: Es una relación mutua entre dos variables de tal manera que un aumento o disminución en una, va generalmente asociada con un aumento o disminución de la otra, los valores del coeficiente de correlación pueden variar de -1 a 1.

La Tabla 20 muestra los coeficientes de correlación existentes entre la digestibilidad y los variables analizadas.

Tabla 20 Coeficientes de correlación entre digestibilidad y los demás variables analizadas en la prueba de digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| | | | |
|----------------|--------------------|---|-------|
| Digestibilidad | Detergente neutro | - | .7906 |
| Digestibilidad | Detergente ácido | - | .7429 |
| Digestibilidad | Lignina | - | .6387 |
| Digestibilidad | Celulosa | - | .4348 |
| Digestibilidad | Sílice | - | .4513 |
| Digestibilidad | Cenizas insolubles | - | .5344 |



La variable más correlacionada con la digestibilidad en la presente prueba es la de fibra detergente neutro con una correlación negativa (-.79) o sea que a mayor aumento de una disminuye la otra. Se concluye que conociendo la correlación existente entre la digestibilidad y la fibra detergente neutro se puede predecir la digestibilidad de un alimento conociendo el porcentaje de fibra.

Regresión se define como la variación media de una variable por cada unidad de variación la otra variable correlacionada.

Para tratar de explicar la digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo tratado con líquido ruminal de animal de agostadero, se hizo una regresión múltiple, en la cual intervienen como variables independientes; fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina, celulosa, sílice y ceniza residual.

En este análisis se encontró que solo la variable de fibra detergente neutro, explica la digestibilidad "in vitro" como se aprecia en la Tabla 21 y el modelo de regresión queda de la siguiente forma:

$$Y_i = 110.8080 - 1.096 X_i$$

Con estos resultados se concluye que por cada unidad de incremento en el contenido de fibra, la digestibilidad decrecerá en -1.0967 unidades.

Tabla 21 Análisis de varianza de la relación entre la fibra detergente neutro y la digestibilidad "in vitro" del estiércol de cerdo 1978.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F. teórico | |
|-----------|------|----------|---------|--------|------------|------|
| | | | | | .05 | .01 |
| Regresión | 2 | 178.6361 | 89.3186 | 15.2++ | 3.88 | 9.33 |
| Residual | 12 | 70.5909 | 5.88 | -- | -- | -- |
| Total | 14 | 249.2270 | 95.1986 | 15.2 | 3.88 | 9.33 |

++ Altamente significativa.

Como la F. calculada es mayor que la F. teórica al nivel de significancia de .01 y .05 se concluye que hay una relación funcional altamente significativa entre las variables independientes y la dependiente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente prueba se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- Los análisis estadísticos fueron altamente significativos con respecto a % de digestibilidad "in vitro", % de fibra detergente neutro (FDN), % de fibra de detergente ácido (FDA), % de lignina, % de celulosa, % de Sílice y % de ceniza residual.
- 2.- Los tratamientos que mostraron mejor digestibilidad fueron el I y II.
- 3.- Los que obtuvieron mayor porcentaje de fibra detergente neutro (FDN), fueron los tratamientos III, IV y V.
- 4.- Se recomienda que se prueben dosis de los estiércoles en la alimentación del ganado.
- 5.- Se recomienda probar métodos de deshidratado para los estiércoles.



BIBLIOTECA
GRADUADOS

R E S U M E N

La presente prueba se desarrolló en el laboratorio de Bormatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., - iniciándose el 10. de Octubre de 1977, y dándose por con-- cluída el 10 de Enero de 1978, teniendo una duración de -- 102 días.

Dada la importancia que representa la producción de - carne a un menor costo posible, se pensó en el aprovecha-- miento del estiércol de cerdo con los siguientes objetivos.

- 1.- Análisis bromatológico del estiércol de cerdo.
- 2.- Determinación de la digestibilidad "in vitro" y del - uso de detergentes para determinar el contenido de -- los constituyentes de la pared celular.

Los tratamientos quedaron como sigue:

| | | |
|-------------|-----|-----------------------|
| Tratamiento | I | Cerdos en crecimiento |
| Tratamiento | II | Cerdos en desarrollo |
| Tratamiento | III | Cerdas gestantes |
| Tratamiento | IV | Cerdas lactantes |
| Tratamiento | V | Semental |

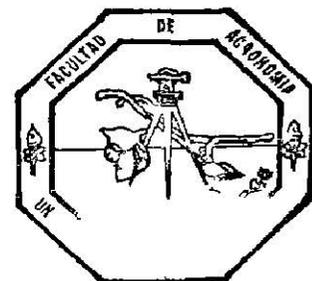
El diseño experimental utilizado para la prueba fue el de completamente al azar y la comparación de medias se realizó por medio de la prueba de Duncan.

Se observó que todos los análisis de varianza fueron altamente significativos al 0.05 y al 0.01 para los porcentajes de digestibilidad "in vitro", fibra, detergente neutro, (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina, celulosa, sílice y ceniza residual.

Los tratamientos I y II fueron los que obtuvieron mayor digestibilidad.

Los que obtuvieron mayor porcentaje de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) lignina, celulosa sílice, ceniza insolubles y menor digestibilidad fueron los tratamientos III, IV y V.

Se recomienda que se prueben dosis de los estiércoles en la alimentación del ganado y métodos de deshidratación.



E A
GRAD DOS

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ABRAMS, J.T. 1968. Avances en Nutrición Animal. Traducido por el Dr. Manuel Ocaña. Ed. Acribia, Zaragoza (España) p. 102.
- 2.- ANTHONY W.B. 1970. Feeding Value of catthe Mamure for catthe. Journal of animal science 30:274-277.
- 3.- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición Animal. Ed. Centro Regional de ayuda técnica. Primera Edición. México--co. pp. 404-406.
- 4.- CONCELLON, M.A. 1967. Nutrición animal práctica. Editorial Aedos. Barcelona. (Espana p. 101.
- 5.- COOK, G.W., 1964. Fertilizantes y su uso. Traducido - por Alfonso Blackaller Valdés. Primera edición - en Español. Editorial Continental. México pp. 71-72.
- 6.- CRAMPTON, E.W. y HARRIS, L. 1974. Nutrición Animal -- Aplicada. Traducida por Pedro Ducar Maluenda. - Ed. Acribia. Segunda edición. Zaragoza. (España) pp. 27, 48-52, 105, 194.

- 7.- CYRIL, T. 1964. Nutrición Animal traducido por Mario Etchegaray, Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. p. 140.
- 8.- CHINOLLA R. O.S. 1975. Utilización del estiércol de vacas lecheras estabuladas en la alimentación de cerdos en crecimiento, desarrollo y engorda, Chapingo, Méx. Tesis profesional.
- 9.- DE ALBA J. 1971. Alimentación del Ganado en América Latina. Ed. Fournier, S. A. 2a. Edición. México. pp. 55-64.
- 10.- DONALD MC. P. 1969. Nutrición Animal. Traducido del Inglés por Aurora Pérez Torrome. Ed. Acribia, Zaragoza (España). pp. 108, 136, 142.
- 11.- DUKES, H.H. 1967. Fisiología de los animales domésticos. Traducido al castellano por Francisco Castrejón. C. 3a. Edición, Editorial Aguilar Madrid, España. pp. 277-431.
- 12.- GROS, A. 1966. Guía práctica de la fertilización. Traducido por Ramón Olalquiaga Soriano, 3a. Edición española. Ediciones Mundi Prensa pp. 87-89.

- 13.- HAFEZ, E.S.E. y I.A. DYER. 1972. Desarrollo y Nutrición Animal. Traducido por Pedro Ducar Maluenda. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp..332-334.
- 14.- IGNATIEF, V. 1959. El uso eficaz de los fertilizantes organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2a. edición (43) p. - 35.
- 15.- ILORY MC. R.J. 1973. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Versión al español Cont. a -- Editorial Limusa, México, pp. 79, 125, 131.
- 16.- JACOB, A. y H.V. VEXKULL. 1973. Fertilización. Traducido por L. López Martínez de Alba. 4a. Edición Española, Ediciones Euro-americana. p. 66.
- 17.- MAINAD L.A. 1968. Nutrición Animal. Traducido del Inglés por Aurora Pérez Torrona, Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 108, 136, 142.
- 18.- MORENO, S.C.G. 1975. Digestibilidad del Estiércol de bovino en borrega. Tesis Fac. Agronomía U.A.N.L. Monterrey, N. L.



- 19.- MORRISON, F.B. 1969. Alimentos y alimentación del ganado. Traducido por José Luis de la Loma Ed. -- UTEHA. Tomo I México pp. 21-27, 45, 712.
- 20.- MORRISON, F.B. 1973. Compendio de Alimentación del ganado, traducido por José Luis de la Loma. Octava Edición, Ed. UTEHA. pp. 1-53, 277-283.
- 21.- PETERS, W.H. y R.H.G. 1963. Ganadería Productiva. Traducida por Juan de Adarraga. Segunda Edición. -- Ed. UTEHA. pp. 27, 194.
- 22.- THOMPSON, L.M. 1965. El suelo y su Fertilidad. Traducida por Ricardo Clara. Tercera Edición. Ed. Reverte. pp. 286-288.
- 23.- VAN SOEST, P.J. 1973. Composition and nutritive value of forages in heat M.E. Metcalfe, U.S. and Barnes, R.F. (EDS) forages. The Iowa state University. press pp. 53-63.
- 24.- VILLARREAL G.G.R. 1978. Digestibilidad "in yitro" del estiércol de bovino. Tesis Fac. Agronomía U.A.N. L. Monterrey, N. L.

