

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



“DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA MATERIA SECA DEL
RASTROJO DE MAIZ Y BAGAZO DE CAÑA CON DIFERENTES
NIVELES DE (0,20,40,60,80 Y 100%) DE CERDAZA Y 2
TAMAÑOS DE PARTICULA.”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

HECTOR MANUEL GIL SILVA

GUADALAJARA, JALISCO. 1987



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Octubre 16, 1986.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
HECTOR MANUEL GIL SILVA _____ titulada,

"DIGESTIBILIDAD in vitro DE LA MATERIA SECA DEL RASTROJO DE MAIZ
Y BAGAZO DE CAÑA CON DIFERENTES NIVELES DE (0, 20, 40, 60, 80 y
100%) DE CERDAZA Y 2 TAMAÑOS DE PARTICULA."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la
misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI

ASESOR.

ASESOR.

M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS.

ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES.

hlg.

Al contestar este oficio sirvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Octubre 16, 1966.

C. PROFESORES

ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI. DIRECTOR.

ING. I.C. JUAN RUIZ MONTES. ASESOR.

ING. Z. ERNANDEZ VAZQUEZ AVALOS. ASESOR.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiéndose sido aprobado el Tema de Tesis:

"DIGESTIBILIDAD in vitro DE LA MATERIA SECA DEL RASTROJO DE MAIZ Y BAGAJO DE CAGA CON DIFERENTES NIVELES DE (0, 20, 40, 60, 80 y 100% DE CEREAZA Y 2 TAMAÑOS DE PARTICULA."

presentado por el PASANTE HECTOR MANUEL GIL SILVA

han sido ustedes designados Director y Asesoras respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIEXSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIAS

A MIS PADRES :

Francisco Gil Figueroa, y

Alicia Silva de Gil

A quienes todo les debo y

que con amor y cariño han

sabido guiarme hasta el -

término de mi formación -

profesional

A MIS HERMANOS:

Martha

Georgina

Blanca

Francisco

Elva

Soraya

Vicente

Yanet

César

Miriam

Con cariño.

A MI AMIGO Y MAESTRO:

M.V.Z. Enrique Vázquez Avalos

A quien le estoy profundamen-

te agradecido porque desinte-

resada y amistosamente me ha-

transmitido sus experiencias-

profesionales, las cuales han

sido fundamentales en mi for-

mación profesional.

A G R A D E C I M I E N T O S

ING. MC. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI

ING. MC. JUAN RUIZ MONTES

M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS

Director y asesores, de una -
manera muy especial por su va-
liosa conducción, lo cual hi-
zo posible la realización del
presente trabajo.



AL INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y
PAPEL DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
En especial al Jefe del Laboratorio de
Bio-Ingeniería Ing. Virgilio Zúñiga --
Partida, Téc. Quím. Ma. de la Luz Her-
nández Ruiz e Ing. Quím. Gerardo J. Ba-
rajas González, por su valiosa colabo-
ración y atinadas orientaciones..

A M I S C O M P A Ñ E R O S :

Rodolfo René González Reynoso

Carlos Jacobo Anaya Wittman

Gerardo Mercado Ramírez

Galdíño Daniel González Covarrubias

Alejandro González Avila

Andrés Gutiérrez Lomelí

Orlando Linares Molina

A TODO EL PERSONAL DEL ESTABLO DE
LA FACULTAD DE AGRICULTURA
Por su ayuda para mi formación
profesional.



A TODAS AQUELLAS PERSONAS:
Que de alguna manera con--
tribuyeron para la realizaci
ción de este Trabajo.

C O N T E N I D O

	PAG.
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivo	3
II.- REVISION DE LITERATURA	4
2.1.- Factores que afectan la digestibilidad.	4
2.2.- Métodos para determinar la Digestibilidad.	5
2.3.- Factores de variación de la técnica " <u>in vitro</u> "	6
2.4.- Qué es la fibra bruta	8
2.4.1.- Constituyentes de la fibra bruta.	9
2.4.2.- Importancia de la celulosa en la Nutrición de los rumiantes.	13
2.4.3.- Factores que influyen sobre la - acción celulotítica de la micro- flora del rumen.	14
2.5.- Rastrojo de Maíz	16
2.5.1.- Utilización y disponibilidad	16
2.5.2.- Valor alimenticio	17
2.6.- Bagazo de caña	17
2.6.1.- Utilización y disponibilidad	17
2.6.2.- Valor alimenticio	18
2.7.- Cerdaza	19
2.7.1.- Utilización y disponibilidad	19
2.7.2.- Valor Alimenticio	19
2.7.3.- Poder patógeno	21
2.7.4.- Poder inmunológico	23
2.7.5.- Alternativas para su Colección y Manejo.	23
2.7.6.- Alternativas para su Tratamiento	24
2.7.7.- Dinámica del Ensilado	30

	PAG.
III.- MATERIALES Y METODOS	
3.1.- Localización	32
3.2.- Tratamientos en Estudio	32
3.3.- Desarrollo del Experimento	34
3.4.- Diseño experimental	38
3.5.- Variable a medir	39
IV.- RESULTADOS	40
V.- CONCLUSIONES	54
VI.- RESUMEN	55
VII.- BIBLIOGRAFIA	57

I N D I C E D E T A B L A S

No.	D E S C R I P C I O N	PAG.
1	Disponibilidad de los esquilmos agrícolos	16
2	Producción de Excremento en Cerdos	19
3	Composición de aminoácidos de las heces porcinas	20
4	Recuento microbiano en el líquido mixto de la cerdaza proveniente de la fosa de oxidación	22
5	Arreglo de los tratamientos estudiados.	33
6	Análisis bromatológico de la cerdaza, rastrojo, bagazo y de la ración que alimentaba a los cerdos cuando se recolectó la cerdaza	34
7	Análisis bromatológico de los tratamientos compuestos por rastrojo de maíz y cerdaza	35
8	Análisis bromatológico de los tratamientos compuestos por bagazo de caña y cerdaza	36
9	DIMS promedio de los diferentes tratamientos estudiados	40
10	Análisis de varianza para el total de los tratamientos estudiados	41
11	Análisis de Varianza para tamaño de partícula,- Fuente de forraje, Nivel de Cerdaza, Interacción Tamaño de partícula-Fuente de forraje, Tamaño de partícula-Nivel de cerdaza, Fuente de forraje-Nivel de cerdaza e Interacción tamaño de partícula-Fuente de forraje-Nivel de cerdaza.	43
12	Prueba de medias según Duncan.	44
13	Relación de los incrementos de digestibilidad de los diferentes tratamientos con relación al tratamiento No. 19	45

INDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS

No.	DESCRIPCION	PAG.
G R A F I C A S		
1	Relación entre el nivel de cerdaza y la <u>digestibilidad</u> del bagazo de caña con tamaño de -- partícula de 1 m.m.	47
2	Relación del nivel de nitrógeno en cada nivel de cerdaza y la <u>digestibilidad</u> del bagazo de caña	48
3.	Relación entre el nivel de cerdaza y la <u>digestibilidad</u> del bagazo de caña con tamaño de -- partícula de 1 cm.	49
4	Relación entre el nivel de cerdaza y la <u>digestibilidad</u> del rastrojo de maíz con tamaño de partícula de 1 m.m.	51
5	Relación entre el nivel de cerdaza y la <u>digestibilidad</u> del rastrojo de maíz con tamaño de partícula de 1 cm.	52
6	Relación del porcentaje de nitrógeno en cada nivel de cerdaza y la <u>digestibilidad</u> del rastrojo de maíz.	53
F I G U R A S		
1	Fosa de Oxidación	24
2	Recirculación del contenido de la fosa de oxidación	26
3	Sistema Lissco	29

I.- INTRODUCCION

La principal orientación de la Agricultura Mexicana se haya dirigida a la producción de alimentos básicos, tales como el maíz y el frijol, sin embargo, la existencia de un mercado dinámico de consumo de carne, leche y huevos en las zonas urbanas ha ido perturbando fuertemente este patrón tradicional, ocasionando a su vez que la competencia nutricional entre humanos y animales domésticos se convierta en uno de los mayores problemas no solamente de México sino de todos los países en vías de desarrollo.

La tendencia de usar granos y leguminosas para la producción animal es el factor más importante que reduce la disponibilidad de alimento para la población humana e incrementa su costo, particularmente naciones en desarrollo donde la producción de granos de cereales es considerada como alimento básico, como es el caso del maíz en México.

En los últimos siete años se ha observado que la velocidad de crecimiento de la producción maicera de nuestro país, es menor que la velocidad de crecimiento de la producción sorguera. Monroy y Viniegra (1981).

Es un hecho bien conocido que desde 1972, se inició la importación de cereales, principalmente maíz, y que ésta importación anual superior a 1'000,000. de toneladas, representa una carga financiera muy pesada para la economía de México.

Si aceptamos la meta de 438 gr. de cereales per cápita diarios como requerimiento básico de nuestra población -- (propuesta por el Instituto Nacional de la Nutrición) observamos que si restamos a la producción de cereales el consumo

pecuario (porcícola, avícola y bovino) obtendremos un déficit de 14 gr. diarios per cápita que para 1982, significó la necesidad estimada de importar 400,000 tn. de maíz. En los últimos tres años se ha logrado satisfacer las necesidades de consumo pero, si tomamos en cuenta las probables dificultades socioeconómicas, políticas o meteorológicas (ya que el 70% del área de cultivo es de temporal), el problema podría seguir vigente.

De aquí la importancia económica que reviste encontrar una solución al problema.

Por otro lado, la integración de la producción de plantas y animales por medio de la utilización de los residuos de las cosechas y los desechos animales, es un campo de la tecnología agropecuaria que se está desarrollando con buenos resultados, principalmente en el área de los subproductos de la caña y en la utilización de las excretas animales.

Como sería inaceptable o impráctico que se eliminara la producción avícola o que se redujese la producción lechera (ya que las proteínas de origen animal tienen mayor valor biológico que las de los vegetales, de los cuales la mayoría son deficientes en los aminoácidos lisina y metionina), cabe la posibilidad de que podamos encontrar un alivio si se desarrollan y difunden sistemas de producción pecuaria que empleen otros alimentos derivados de la utilización de subproductos o desperdicios orgánicos del propio sector primario.

El bagazo de caña y el rastrojo de maíz son productos que se caracterizan por su atractivo en cuanto a costo y disponibilidad ya que los principales estados del país eminentemente ganaderos son también excelentes productores de caña o maíz, como es el caso de Jalisco, Veracruz, Michoacán,

Chiapas, Sonora, México, Guanajuato, etc. S.P.P. (1985). Estos productos son considerados también como un recurso potencial para el ganado, por lo que deben ser estudiados con -- más amplitud.

La tendencia a la producción porcina en confinamiento, ha dado como resultado una producción más eficiente, pero también a la vez, ha agravado el problema de la disposición de los desechos, que presentan un doble problema: la -- contaminación por olores y la disposición de la materia orgánica. En realidad, el estiércol de cerdo no debe ser considerado como un desecho, sino como un recurso que debemos aprender a usar económica y eficientemente. La composición química del estiércol de cerdo, especialmente su alto contenido de nitrógeno, sugiere que es factible aprovecharlo para la - alimentación animal.

Se han hecho buenos estudios sobre la utilización - del bagazo de caña y rastrojo de maíz en la alimentación animal, pero los que implican combinaciones de éstos con la cerdaza son muy escasos.

En vista de la problemática existente y esperando - contribuir en una mínima parte a la solución de la misma, se procede a la elaboración del presente trabajo.

I.1.- OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es la determinación de la (DIMS) Digestibilidad "in vitro" de la Materia Seca del Rastrojo de Maíz y Bagazo de Caña con Diferentes Niveles (0, 10, 40, 60, 80 y 100%) de Cerdaza y Dos Tamaños de - Partícula.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Factores que Afectan la Digestibilidad

- a) Composición del Alimento.- Cuando en un alimento determinado aumenta la proporción de fibra bruta, suele ser debido a la mayor lignificación de las paredes celulares; la subsiguiente disminución de la digestibilidad de la fibra bruta trae como consecuencia una menor digestibilidad de otros constituyentes que quedan encerrados en el interior de la célula cuyas paredes no atacadas impiden el acceso de los enzimas digestivos. Así, en muchos alimentos un 1% de aumento de la fibra bruta causa una disminución de la digestibilidad de la materia orgánica total de 0.7% a 1% en los rumiantes y del doble en los cerdos. Mc. Donald y Col. (1979).
- b) Composición de la Ración.- La digestibilidad de un alimento no sólo se ve afectada por su propia composición, sino también por la de otros alimentos consumidos al mismo tiempo. La extensión de la digestión en el rumen depende en gran parte del equilibrio de los nutrientes y que, por ejemplo, un exceso de hidratos de carbono en la dieta disminuye la digestión de la celulosa. Mc. Donald y Col. (1979)
- c) Preparación de los Alimentos.- Los tratamientos más comunes a que se someten los alimentos antes de ser administrados son: trocearlos, aplastarlos, triturarlos o molerlos y la cocción: con el objeto de obtener la digestibilidad máxima, los granos de los cereales han de ser triturados para el ganado vacuno y molido para los cerdos; de lo contrario tal vez pasen por el intestino sin ser atacados.

Los volúminosos son sometidos a diversos procesos, el más suave de los cuales es el aplastado, que tiene poco efecto sobre la digestibilidad, pero que, indirectamente, puede reducirla al evitar que los animales seleccionen los componentes más digestibles.

La cocción de los alimentos mejora muy poco la digestibilidad, excepto en el caso de las patatas y el maíz dados a los cerdos y a las aves. Mc. Donald y Col. (1979).

- d) Factores Dependientes del Animal.- El factor animal más importante es la especie. Los alimentos con poca fibra son igualmente digeridos por los rumiantes y por los no rumiantes, pero los alimentos fibrosos son mejor digeridos por los primeros. Los coeficientes de digestibilidad aparente de las proteínas son a menudo más elevados para los cerdos, ya que su excreción de nitrógeno metabólico es menor que el de los rumiantes. La edad del animal tiene poca importancia en los no rumiantes y también en los rumiantes una vez adquirida la flora ruminal. Mc. Donald y Col. (1979).
- e) Nivel de Ingestión.- Un aumento de la cantidad del alimento ingerido por un animal hace que la velocidad de paso de la ingesta sea mayor y por lo tanto menor el tiempo durante el que está expuesta a la acción de los enzimas, lo que puede ocasionar una disminución de la digestibilidad. Mc. Donald y Col. (1979).

2.2.- Métodos para Determinar la Digestibilidad

Los métodos usados para la determinación de la digestibilidad son: in vivo, in situ e in vitro. Las pruebas realizadas con los métodos in vitro e in vivo, son ventajosas para el primero, ya que en el campo se pueden producir

errores adicionales de muestreo, además la técnica "in vitro" no permite la introducción del efecto individual en la eficiencia digestiva, así como el nivel de consumo y la condición fisiológica del animal. Así mientras que la mayor parte de los errores asociados con el método "in vitro" en el campo pueden ser predecidos a través de medidas realizadas en el establo, los errores similares para los métodos de nitrógeno fecal no pueden ser determinados. Arnold (1964).⁽¹⁾

La técnica de la microdigestión o la de bolsa de Nylon es una combinación de los métodos in vitro e in vivo. Lowrey (1969)⁽¹⁾ menciona que la técnica de la bolsa tiene una alta correlación con la digestibilidad in vitro.

2.3.- Factores de Variación de la Técnica "In Vitro"

- a) Material de los tubos de incubación. El material de los tubos en que se lleva a cabo la fermentación Moore y Mott (1975)⁽²⁾ encontraron que el polietileno da mejores resultados que el policarbonato.
- b) Embebimiento del Material. Algunos forrajes no se humedecen con facilidad, por lo que flotan sobre el líquido ruminal. Minson y Mc Leold (1972)⁽²⁾, Moore y Mott (1975)⁽²⁾ resolvieron este problema aplicando vacío a los tubos.
- c) Extracción del líquido ruminal. Para la extracción del líquido se han utilizado sondas esofágicas que se introducen en el rumen y se succionan o en caso de contar con animales provistos de cánulas en el rumen, simplemente se toma el líquido ruminal directamente, se pone sobre una

(1) Citado por Del Toro (1977).

(2) Citado por Tejeda de H. I. (1984).

capa de gasa y se exprime. El líquido debe usarse inmediatamente, si no es así, hay que conservarlo a 39°C colocándolo en un termo para transportarlo al laboratorio donde se filtra por varias capas de gasa. Johnson et al. (1958) (2).

- d) Composición y pH de la Solución Buffer.- Esto ha sido estudiado por Moore et al. (1962)⁽²⁾, Johnson (1969)⁽²⁾, -- Minson y Mc Leold (1972)⁽²⁾ quienes encontraron que 6.8 es el óptimo para bacterias amilolíticas. El rango general es de 6.7 - 7.

La composición del Buffer en general consiste en fosfato de sodio y potasio. La solución buffer de Mc Dugall (1949) (2) es usada por varios autores. Minson y Mc Leold (1972) (2) la usan sola o adicionada de otros nutrientes como -- sulfato de amonio.

- e) Incubación.- La incubación puede llevarse a cabo en estufa o en un baño de agua. El tiempo de incubación de la -- muestra es variable. Tilley y Terry (1963)⁽²⁾ sugieren 48 hrs. para cada etapa.

En cuanto a la temperatura óptima para cada etapa de incubación Johnson (1969)⁽²⁾ dice que diferencias de .5°C pueden invalidar los resultados entre dos determinaciones y que temperaturas superiores a 40°C pueden provocar la -- muerte de algunas bacterias, Minson y Mc Leold (1972)⁽²⁾ -- estudiaron un rango de 38-43°C sin encontrar efecto. En -- general la temperatura usada es de 39° y 40°C.

- f) Tamaño de la Partícula. El molido del forraje es un factor a considerar. Minson y Mc Leold (1972)⁽²⁾ determinaron el molido por cribas de 1 mm. como adecuado.

(2) Citado por Tejeda de H. I. (1984).

- g) Peso de la Muestra.- El peso de la muestra que se sugiere para la prueba está entre 0.25 y 0.5 gr. (Barnes y Lynch, 1962)⁽²⁾. Un incremento en el tamaño de la muestra de prime la digestibilidad (Minson y Mc Leold, 1962)⁽²⁾.
- h) Colección del Residuo.- El método que se ha reportado para la recolección del residuo después de cada etapa es variable, Tilley y Terry (1962)⁽²⁾ centrifugan varias veces en tubos de vidrio.

2.4.- Qué es la Fibra Bruta.

Hay muchos conceptos de lo que es la fibra bruta, - pero en el área de la nutrición animal se define como la materia insoluble e indigestible para los microorganismos presentes en el tracto intestinal de algunos animales. Van ---- Soest P. J. (1966).

- a) Pared Celular Primaria.- Es un disco denso de citoplasmal al cual se le van incrustando microfibrillas de celulosa y otros polisacáridos para quedar finalmente constituido por: microfibrillas de celulosa, proteínas pectinas, hemi celulosas y agua. Northcote D. H. (1974).
- b) Pared Celular Secundaria.- Esta estructura se sitúa bajo la pared celular primaria y se constituye una vez que la planta alcanza su maduración. En esta etapa la naturaleza de la pared de la célula cambia substancialmente, incorporándose una amplia variedad de hemicelulosas y pequeñas cantidades de pectina. Un proceso adicional es el inicio de la lignificación o maduración de la planta, caracterizado por el aumento de fibra cruda y la reducción del contenido de proteína. Abraham R. y col. (1974).

(2) Citado por Tejeda de H. I. (1984).

En conclusión, la pared celular es un complejo de - sustancias cuya proporción varía dependiendo del estado de madurez de la planta, lo cual es de gran importancia en nutrición ya que estas propiedades influyen directamente sobre el grado de aprovechamiento del vegetal por parte del animal.

2.4.1.- Constituyentes de la fibra bruta.

- a) Celulosa.- Es la sustancia mejor conocida, se encuentra extensamente distribuida en los tejidos vegetales, siendo considerada como la única fibra verdadera que compone la pared celular. La celulosa es insoluble en agua.

La concentración de celulosa en los vegetales es muy variable, pero en general constituye del 15 al 40% de los vegetales (b.s).

La celulosa es para los rumiantes, una fuente de energía como la sacarosa.

La celulosa es aprovechada por los microorganismos del rumen en un 25 a 90%. Los factores que afectan su digestibilidad son los siguientes: su microestructura, su contenido de humedad, la asociación con otras sustancias como - la lignina y el sílice, la cantidad ingerida y la ingesta de otros alimentos como nitrógeno no protéico, minerales, etc. Pigden W. J. y Bender F. (1972).

- b) Hemicelulosas.- Es un grupo de polímeros que se llama así por estar estructuralmente asociado con la celulosa. En términos generales, la hemicelulosa puede definirse como la pared celular soluble en álcali frío y diluido.

La estructura básica de las hemicelulosas es la xilosa, - la molécula consta de 150 a 200 unidades azúcares, de los cuales los más frecuentes son la arabinosa, manosa, galac

tosa y glucosa. La hemicelulosa en los vegetales, está --
unida a la lignina y a la celulosa constituyendo del 15 a
30% (b.s), y en la madera constituye de 20 a 25%. Los mi-
croorganismos del rumen la aprovechan de 45 a 90%. Siegal
S.M. (1968)⁽³⁾.

- c) Pectinas.- Son pequeños polisacáridos los cuales tienen -
como matriz molecular al polímero 1,4,D ácido galacturóni-
co donde se intercalan elementos como los azúcares D. ga-
lactosa, L. arabinosa, D. xilosa y L. fucosa.

Las pectinas forman del 1 al 4% de los carbohidratos de -
la pared celular.

Las propiedades más importantes de las pectinas son:-
su capacidad para formar geles estables con azúcares y --
ácidos; así como la capacidad de enlazar iones. Gould S.-
E.B. y col. (1965)⁽³⁾.

- d) Gomas y mucílagos.- En realidad, estrictamente, estos po-
lisacáridos no son componentes de la pared celular, sin -
embargo, están relacionados bioquímicamente con los ele-
mentos de esta estructura. Las gomas no son otra cosa que
los exudados que se forman en el sitio donde se daña a la
corteza vegetal.

Bioquímicamente las gomas presentan un polímero ácido uró-
nico; además de los ácidos glucorónicos y galacturónicos,
junto con azúcares neutros tales como la xilosa, arabino-
sa y manosa. Horton D. and M.L. Wolfran (1963)⁽³⁾.

- e) Lignina.- La palabra lignina proviene del latín lignum, -
que significa madera. A diferencia de otras estructuras -
de la pared celular, la lignina, no es un carbohidrato,-

(3) Citado por Alcantara S. E. (1979).

sino que es un pequeño polímero amorfo altamente insoluble.

Las unidades básicas de este polímero están enlazadas por puentes de carbono en sustitución de los enlaces acetal y glucosídicos presentes en los carbohidratos. Su papel en la pared celular es proporcionar solidez y soporte a los tejidos vegetales. Siegal S.M. (1968)⁽³⁾.

En general, la cantidad de lignina presente en la pared celular, es menor que la de otros polisacáridos, no obstante, existen enormes variaciones; así se tiene que la madera puede contener del 40 al 50% de este polímero en tanto que la paja de trigo contiene únicamente el 23%. -- Southgate D.A.I. (1969)⁽³⁾.

Es bastante difícil aislar a la lignina en forma pura, es por ello que esta fracción generalmente contiene nitrógeno, cutina, cera y otros residuos. Van Soest P.J. and R.H. Wine (1967)⁽³⁾.

La lignificación es un proceso aerobio, que requiere de la presencia de la celulosa. La ruta para la síntesis de la lignina es poco común, siendo en parte análoga a la de un grupo reducido de hormonas.

En los trabajos que se han realizado para determinar el efecto de la lignina sobre la digestibilidad de la pared celular en rumiantes, se ha llegado a la conclusión de que la lignina impide la digestibilidad de otros polisacáridos de la pared celular disminuyendo el aprovechamiento de la energía potencial que existe en los forrajes que se emplean en la alimentación animal. Dekker R.F.H. and Richards G. N. (1973)⁽³⁾

(3) Citado por Alcantara S. E. (1979).

- f) Cutícula.- Los elementos de la cutícula se dividen en dos grupos; ceras y cutinas. Las ceras comprenden mezclas de parafina, ácidos alifáticos y alcoholes, la cutina es un polímero complejo de ácidos grasos que forman la mayor parte de la fracción insoluble. Abraham R. y Col. (1974).

Aunque los lípidos de la cutícula forman muy pequeña fracción del total de grasas del vegetal, éstos son muy importantes para la vida del mismo, ya que están íntimamente ligados con la pared celular. (Siegal S.M., 1968)⁽³⁾. Estos lípidos a más de ser super resistentes a la digestión, impiden el aprovechamiento de otros elementos de la pared celular. Van Soer Pl.j. (1966).

- g) Acido Fítico.- Se encuentra asociado con las proteínas, también forma sales complejas con los iones de calcio, magnesio y potasio, las cuales se conocen como fitinas, es por esto que una dieta rica en ácido fítico, induce a un balance negativo de calcio y magnesio. Mc Cance R. E. and E.M. Widdowson (1943)⁽³⁾.
- h) Sílice. Es uno de los minerales más abundantes, se deposita en la pared celular junto con la celulosa, disminuyendo al igual que la lignina la digestibilidad del alimento. Van Soet P.J. (1969)⁽³⁾.
- i) Otros compuestos.- La pared de la célula contiene aproximadamente el 25% del nitrógeno celular, bajo la forma de glicoproteína las cuales contienen una elevada proporción de hidroxiprolina; esta proteína está fuertemente asociada con los elementos de la pared celular como son azúcares, pectinas y hemicelulosas, lo cual provoca que sean de difícil digestión. Siegal S.M. (1968)⁽³⁾.

(3) Citado por Alcantara S. E. (1979).

2.4.2.- Importancia de la Celulosa en la Nutrición de los Rumiantes.

Nutricionalmente, la celulosa y hemicelulosa son -- los polisacáridos más relevantes, ya que representan una de las fuentes energéticas más importantes que existen en la naturaleza.

Esto ha provocado que algunos animales superiores, -- incapaces de aprovechar esta fuente energética, hayan evolucionado, desarrollando un mecanismo capaz de brindar las condiciones ambientales adecuadas para permitir el desarrollo -- de miríadas de microorganismo celulolíticos, estableciendo -- la forma de simbiosis conocida como mutualismo.

Si bien es cierto que todos los herbívoros poseen -- dentro de su aparato digestivo, un compartimento de gran capacidad en donde los alimentos ricos en fibras, son degradados por los microorganismos presentes, en la mayoría de -- ellos, este proceso se efectúa en la terminal del aparato digestivo, por lo cual, los elementos degradados no se aprovechan adecuadamente; sin embargo, en los rumiantes, este proceso tiene lugar en su peculiar estómago pluricavitatorio, -- el cual se encuentra al principio del aparato digestivo, -- constituyendo un rasgo anatómico distintivo de esta especie. Hungate R. E. (1975), De Alba J. (1974)⁽³⁾

Los gérmenes con acción celulítica son los más especializados de la flora ruminal, como ejemplo de ellos se pueden citar al Bacteroides succinogenes, Rumino bacter parvum, Ruminococcus flavofaciens

En el rumen la digestión de la celulosa se efectúa en tres etapas:

(3) Citado por Alcantara, S. E. (1979)

- a) Degradación de la celulosa en polisacáridos más pequeños por acción de la despolimerasa (celulasa).
- b) Escisión de los polisacáridos en celobiosa y glucosa por acción de los beta glucosidasas.
- c) Transformación de la celobiosa en glucosa con acción de la celobiasa y transformación de la glucosa en ácidos grasos volátiles. Kolb y Col. (1975)⁽³⁾.

Las características de la digestión ruminal incluyen:

- a) Fermentación de los azúcares, almidones y celulosa para producir ácidos grasos volátiles; principalmente, acético, propiónico y butírico, los cuales a más de ser aprovechados por el rumiante como fuente de energía, intervienen en varios procesos de síntesis.
- b) Síntesis de proteína microbiana, a partir de proteínas y nitrógeno no protéico de la dieta.
- c) Síntesis de vitaminas del complejo B y vitamina K.

2.4.3.- Factores que influyen sobre la Acción Celulolítica de la Microflora del Rumen.

- a) Nitrógeno.- Burroughs y Mc Naught⁽³⁾ sugieren que para el aprovechamiento eficiente de la lignocelulosa se requiere de un .6 a .8% de nitrógeno.

Se ha postulado que es necesario suplementar con 1% de nitrógeno para el rompimiento de la lignocelulosa, siempre-

(3) Citado por Alcantara, S.E. (1979)

y cuando, la ración no contenga más del 50% de energía digestible, ya que si este porcentaje es mayor como es el caso de los forrajes tratados, se requerirá de 1.5% de nitrógeno. Dyer I.A. y Col. (1975)⁽³⁾.

El porcentaje mínimo de nitrógeno en la dieta para favorecer la actividad microbiana es de .8%, lo que hace que el forraje sea mejor aceptado por el animal. De Alba J. ---- (1971).

- b) Minerales. El molibdeno aumenta la digestión in vitro e in vivo de la celulosa, el azufre, fósforo, hierro, magnesio y calcio estimulan la digestibilidad in vitro en tanto que el cobre, cobalto, cinc y boro la deprimen. Randal P.F.R. Carrero and Valencia (1970)⁽³⁾.
- c) Carbohidratos digestibles. Burroughs⁽³⁾ sugiere que se requiere del 5 al 10% de carbohidratos solubles para un buen aprovechamiento de la lignocelulosa, en tanto que una cantidad mayor reduce el aprovechamiento de la celulosa.

El grado de digestión de la celulosa es grandemente reducida en pH similares a los encontrados en los animales alimentados con dietas ricas en carbohidratos fácilmente-degradables. Terry R.A. y Col (1962)⁽³⁾.

- d) Grasas.- En general la grasa tiende a deprimir la actividad celulolítica en el rumen. Mangold D. E. (1934)⁽³⁾.

(3) Citado por Alcantara S. E. (1979)

2.5.- Rastrojo de Maíz.

2.5.1.- Utilización y Disponibilidad.

La utilización de esquilmos agrícolas en la alimentación animal se ha venido incrementando a medida que la disponibilidad de grano se reduce.

En nuestro país los esquilmos agrícolas tienen los siguientes usos:

- a) Pastoreo directo.
- b) Recolección y posterior uso en animales semiestabulados - principalmente en época de sequías:
- c) Se dejan en el campo para su posterior incorporación al suelo.
- d) Se queman en el mismo campo para facilitar las labores -- del próximo ciclo.

En la Tabla 1.- podemos observar los rendimientos - y disponibilidad de esquilmos de diferentes cultivos básicos en nuestro país.

TABLA 1.- Disponibilidad de los Esquilmos Agrícolas.

1 9 8 4

CULTIVO	TON. GRANO	RENDIMIENTO PAJA / GRANO	TON. PAJA/RASTROJO
Maíz	13'497,000	1.6 : 1	21'595,200
Sorgo	5'005,918	1.0 : 1	5'005,918
Trigo	4'426,000	1.4 : 1	6'196,400
Frijol	940,000	0.9 : 1	846,000
Arroz	422,000	1.0 : 1	422,000
Cebada	581,000	1.0 : 1	581,000

FUENTE: S.A.R.H.

2.5.2.- Valor Alimenticio.

✦ Aunque el rastrojo de maíz que es el residuo que -- queda después de pizar las mazorcas en las plantas enteras, no es un forraje de buena calidad, tiene un valor considerable cuando se aprovecha debidamente. Tan pronto como el rastrojo se orea bien, debe apilarse a montones a colocarse a - cubierto y no dejarlo en pie a la interperie. Cuando el maíz haya producido poco grano, a causa de la sequía o de la presencia de vientos fuertes en la época en que se hacen visi-- bles los cabellos del jilote, las hojas y cañas (o sea el -- rastrojo) son más ricas en principios nutritivos que en condiciones normales.

El rastrojo de maíz contiene aproximadamente la --- cuarta parte del valor nutritivo de la planta entera. Flores M.J.A. (1983).

Urrutia M. (1980) utilizando el método de Minson y Mcleold (1972) determinaron la digestibilidad "in vitro" de la materia seca y la materia orgánica del rastrojo de maíz, - obteniendo los siguientes resultados: Materia seca 50.08, Ma teria orgánica 44.23%.

Es posible mejorar el valor alimenticio del rastrojo de maíz con algunos tratamientos químicos o físicos. González S.A.R. (1977) logró aumentar la digestibilidad "in vitro" desde 10.8% (sin tratar) hasta 44.61% (tratado con ---- Na OH al 6% y a una presión de 15 lbs./cm² por diez minutos.

2.6.- Bagazo de caña

2.6.1.- Utilización y Disponibilidad

El uso más común que se le da a este material es el siguiente:

- a) Como combustible. (práctica ineficiente que además ocasiona problemas de contaminación).
- b) Fabricación de tablas.
- c) Obtención de celulosa y papel.

En el año de 1984, México produjo 34'109,065 ton: - de caña y si tomamos en cuenta que el bagazo constituye el - 11% de la caña entera, obtendremos una producción de ----- 3'751,997.15 ton. de bagazo. Monrroy y Viniegra (1981), S.A. R.H.

2.6.2.- Valor Alimenticio.

Wong et al (1973)⁴ trataron el bagazo de caña con vapor y alta presión, este bagazo fue mezclado con urea y mé laza y se ofreció a un grupo de vacas en producción y gesta ción. Los resultados indican que es posible cubrir los reque rimientos de mantenimiento y reproducción, más no así los de producción y de crecimiento, necesitándose en ambos casos la suplementación sobre toda en energía.

Rodríguez G.F. (1984) recomienda niveles del 30 al- 40% de bagacillo de caña en dietas para ovejas.

Liceaga R.D. y F. Rodríguez G. (1985) alimentando - borregos con un porcentaje de inclusión en la dieta de 0, 15, 30 y 45% de bagazo de caña, encontraron que en los niveles - de 15 y 30% se obtenían las mejores ganancias de peso diario, y en los consumos de materia seca, materia orgánica y proteí na cruda, los niveles de 0, 15 y 30% fueron los mejores.

Llamas L.G. y Col. (1979) obtuvieron diferencias -- significativas entre consumos de materia seca en novillos -- alimentados con bagazo de caña, bagacillo de caña y bagazo--

(4) Citado por Bernal P.R. (1980).

bagacillo a razón de 40% del total de la dieta que contenfa-también ensilado de sorgo. Las ganancias de peso se mostraron de la misma forma.

2.7.- Cerdaza.

2.7.1.- Utilización y Disponibilidad.

Del 60-70% que es aprovechada, la mayor parte se -- destina al campo, el 30-40% restante se desperdicia.

TABLA 2.- Producción de excremento en cerdos.

ANIMAL	PESO (Kg)	EXCRETA (Kg/Día)	EXCRETA/P. CORP.	HUM. %
Destetado	17.5	1.15	6.5 %	91
Crecimiento	32.5	2.10	6.4 %	91
Finalización	75.0	4.90	6.5 %	91
	100.0	6.50	6.5 %	91
Gestación	137.5	4.45	3.2 %	91
Gest/camada	187.5	16.50	8.8 %	91
Semental	175.0	5.50	3.1 %	91

FUENTE: Anónimo. Midwest Plan Service (1975).

En 1984, la población porcina en México fue de ---- 21'609,200 cabezas, y tomando una producción promedio de --- 800 gr. (b.s) de excremento por-cerdo/día, tendremos una dis-ponibilidad de 17'287.36 ton. de estiércol por día.

2.7.2.- Valor Alimenticio

La cerdaza deshidratada casualmente contiene, 1% K, 0.26% N_a, 2.5% C_a, 1.6% P, 800 p.p.m. M_g, 455 p.p.m. F_e, 500 p.p.m. Z_n, 177 p.p.m. M_n y 455 p.p.m. C_u.

TABLA 3.- Composición de Aminoácidos de las Heces Porcinas.

AMINOACIDO	FRESCAS	SECAS
Fenilalanina	0.81	0.87
Lisina	0.60	1.11
Arginina	0.44	0.67
Treonina	0.53	0.80
Metionina	0.0	0.58
Isoleucina	0.52	1.03
Leucina	0.92	1.57

FUENTE: Harmon B. J. (1976)⁽⁵⁾

La variación más común de los excrementos se encuentra en el contenido de proteína cruda. Una causa importante de esta variación es el tiempo de almacenamiento del excremento húmedo. Battacharya y Taylor (1975).

Los factores que afectan la composición química de los excrementos son:

- Tiempo de almacenaje
 - Edad de los animales
 - Composición del alimento
 - Digestibilidad de la ración.
 - El porcentaje de sales en la ración
- Arevalo N.J.R. (1978).

La digestibilidad aparente de la cerdaza calculada fue de 50% para la materia seca, 51% de la materia orgánica, 22% de la fibra ácido detergente y 23% de nitrógeno; para bo

(5) Citado por Esteban V.J.E. (1983).

rregos con una dieta adecuada con un nivel de 30% de cerdaza. El valor de TND fue estimado en 45%. Tinnimit et al. (1972)- (6).

Guerrero A.F. et al (1985) encontraron que el principal problema de la utilización de la proteína de la cerdaza radica en la digestibilidad del nitrógeno que se estima - en un 48% contra un 72% para una ración sorgo-soya.

Diggs et al (1971)⁽⁷⁾ reportaron que el promedio de ganancia diaria y la eficiencia alimenticia de los cerdos con una ración de engorda con 15% de cerdaza seca, fue similar a la obtenida con una ración típica a base de maíz y soya.

Ceballos H. A. (1983) alimentando borregos con tres dietas diferentes (1) 15% de melaza y silo de maíz; (2) 15% de melaza, 20% de cerdaza y silo de maíz; (3) 15% de melaza, 30% de cerdaza y silo de maíz, encontró que las dos raciones que contenían cerdaza fueron iguales entre sí, pero superiores a la dieta que no contenía cerdaza. El consumo y ganancia de peso se comportaron de manera inversa.

Rodríguez R.M.A. (1982) haciendo un trabajo similar, también encontró aumento en la digestibilidad pero disminución en el consumo para las raciones que contenían cerdaza.

2.7.3.- Poder Patógeno.

Muchos organismos patógenos (bacterias, virus y hongos) capaces de causar enfermedades en los humanos, ganado vacuno y aves de corral, han sido aislados del excremento animal. Schwabe (1964).⁵

(5) Citado por Esteban V.J.E. (1983).

(6) Citado por Berger A.J.C. y Col. (1981)

(7) Citado por Battacharya and J. C. Taylor (1975).

TABLA 4.- Recuento Microbiano en el Líquido Mixto de la Cerdaza proveniente de la Fosa de Oxidación.

MEDIO	ORGANISMO	CONTEO		
		1000/ml.	S.D. ⁺	%
Tryp-agar	General	2015	28.2	100
K F Streep	Streptococci			
	Grp. D.	102	1.4	5.1
Staph 110	Moho	1510	91.9	74.9
Malt (pH 3.5)	Coliformes	69	2.8	3.4
Mac Can Key	Lactobasilos	60	2.8	3.0
Agar jugo de tomate		81	4.2	4.0

+ Sin diferenciar

FUENTE: Esteban V.J.E. (1983).

No se han reportado serios problemas de salud por la utilización de la cerdaza en la alimentación de los animales. La administración para la Comida y Drogas no han sancionado la alimentación con estiércoles. Kirk (1967)⁽⁸⁾.

Overhults et al (1978)⁽⁸⁾ estudiando un silo pequeño con cerdaza y pasto a diferentes proporciones (30-70; 40-60; 50-50 y 60-40) reportaron que, antes de la fermentación.

El número de bacterias coliformes era mayor a medida que aumentaba el porcentaje de cerdaza, pero después de la fermentación fueron estudiados casi totalmente las bacterias y coliformes y en forma total los coliformes fecales.

(8) Citado por Fleming B. (1980)

El impacto de los antihelmínticos, antibióticos, arsenicales, cobre, nitrofuranos y sulfanamidas, las cuales -- han sido excretadas en las heces y orina del cerdo como resultado de su inclusión en la dieta, deberán ser evaluados - antes de considerar a la cerdaza como alimento.

Guerrero A. y col. (1985) no encontraron problemas de toxicidad por cobre al alimentar borregos con dietas que contenían 0 y 38, 15 y 200, 30 y 300, 45 y 430, de cerdaza - (%) y cobre (p.p.m.) respectivamente.

2.7.4.- Poder Inmunológico.

Messner M. (1980)⁽⁸⁾ dice que al incluir la cerdaza en sus raciones, desaparecieron los problemas de picazones y temperaturas en los lechones los cuales no habían podido solucionar. Otros beneficios que trajo la cerdaza fue el aumento del porcentaje de concepciones a 90%. El peso al nacer de los lechones también se vio incrementado. Martens B. (1980)- (8) explica, que al alimentar los cerdos con su propios excremento, al mismo tiempo los están reinoculando.

2.7.5.- Alternativas para su Colección y Manejo.

En México la mayor parte de las explotaciones son - del tipo intensivo, ya sea con corrales de frente abierto o confinamiento total.

Los desperdicios se pueden manejar en forma sólida- (para lo cual se utilizan rastrillos mecánicos, manuales o - tractores), o en forma líquida (utilizando tanques de lavado, fósas de sedimentación, equipos de bombeo y canales). Dependiendo del tipo de procesamiento también lagunas aeróbicas y reciclaje de agua para bebida y lavado de las porquerizas. - Esteban V.J.E. (1983).

(8) Citado por Fleming B. (1980).

2.7.6.- Alternativas para su Tratamiento.

El riesgo que involucra el estiércol animal como un vehículo para esparcir enfermedades, puede ser nulificado mediante el procesamiento para alcanzar los estándares microbianos establecidos por la Food and Drug Administration.

Los altos costos de deshidratación del estiércol -- han hecho que la fermentación sea una alternativa atractiva.

Los tratamientos de las heces se pueden clasificar como aeróbicos y anaeróbicos, entre los diseños para tratamiento aeróbico destacan la fosa de oxidación, las lagunas de aeración y el sistema Lissco; de los del tipo anaeróbico podemos mencionar el ensilado de las heces como es el caso del proceso Biofermel.

A continuación se presenta en forma general el funcionamiento de estos sistemas.

- a) Fosa de Oxidación.- La fosa de oxidación tiene dos componentes principales: una fosa continua en forma oval y el rotor-aereador que mantiene el contenido en movimiento e inyecta oxígeno.

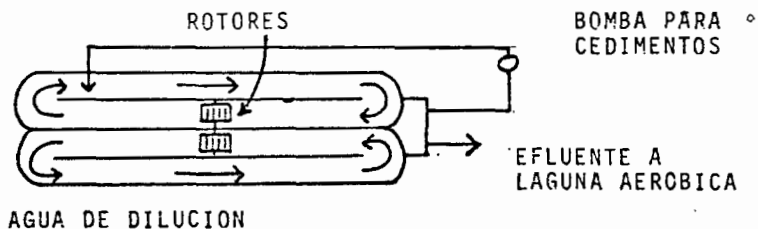


FIGURA 1.- FOSA DE OXIDACION

Se han llevado a cabo varios experimentos para recircular el contenido de la fosa en forma de solución, el más complicado es el que propone Holmes (1971)⁽⁵⁾ y que consiste en que el contenido de la fosa es bombeado a través de una malla donde quedan las partículas más grandes como son los granos de alimento, pelo, etc., posteriormente pasa a una centrífuga para ser concentrado; el sedimento se mezcla con alimento fresco y se proporciona como dieta a los animales que lo produjeron; el sobrenadante se regresa a la fosa.

En teoría, la cantidad de agua utilizada no produce ningún sobrante que se tenga que eliminar.

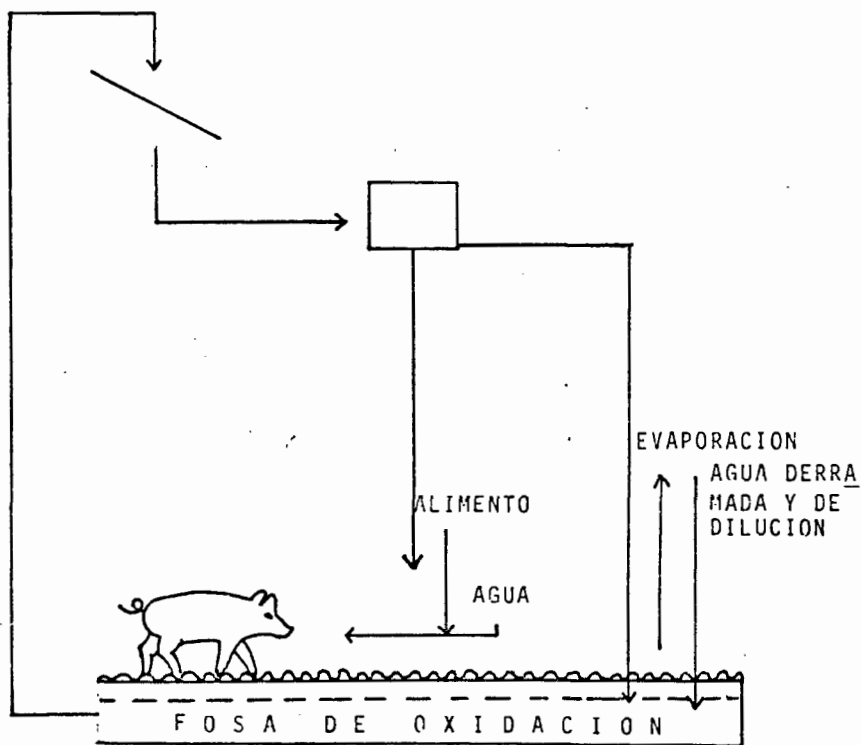
VENTAJAS:

- No produce problemas de olor.
- Requiere de poca atención.
- No se necesita transportar los desechos.
- Permite reciclaje.

DESVENTAJAS:

- La cantidad de sólidos se debe mantener en 25,000 a 30,000 mg/Lt.
- Remoción continua o periódica del sedimento.
- Capacidad del rotor para mover el material a 1m/-seg.
- Formación de espuma.

b) Lagunas de aereación.- La utilización de lagunas aeróbicas, ya sea como fosas de evaporación o como tratamiento-intermedio para su reciclaje es aplicable a las explotaciones porcinas. Estas, según su método de aereación se clasifican en naturales o mecánicas.



FUENTE: Holmes et al (1971)

FIGURA 2.- RECIRCULACION DEL CONTENIDO DE LA FOSA DE OXIDACION.

- Aereación Natural.- La laguna de aereación natural es de poca profundidad (1-1.7 m). La mayor parte del oxígeno es por algas vía la fotosíntesis.

Durante el día, el bióxido de carbono producido por bacterias y protozoarios es utilizado por las algas de forma que se satura de oxígeno el agua.

Es frecuente la acumulación de sedimentos en el fondo de la laguna, se recomienda sean removidos cuando éstos constituyan la tercera parte del volumen de la laguna, ya que éstos trabajan en forma anaeróbica.

-Aereación Mecánica.- En este sistema se utiliza un dispositivo que inyecta aire al mismo tiempo que mezcla el contenido. El volumen de agua recomendado es de .6 m³/kg., la capacidad del aereador de 1 h.p/70-90m².

El diseño de laguna más recomendado es el redondo o elicoidal.

Ventajas:

- No produce problemas de olor.
- No requiere de mucho terreno.
- Permite reciclaje.

Desventajas:

- Requiere mantenimiento de equipo y de laguna.
- Remoción periódica de sedimentos.
- No se puede utilizar en zonas de suelo poroso.

Esteban V.J.E. (1983).

c) Sistema Lissco. Este sistema consiste en hacer fluir el estiércol por unos drenes que desembocan en un tanque de concreto el cual tiene una bomba de 1 h.p. la cual saca -

el líquido lentamente y lo deposita en una criba o malla-especial para la separación de sólidos (Fig. 1). Estos sólidos que se van acumulando en la criba son empujados por un cepillo raspador a un depósito donde son prensados dejándolos con una humedad del 60 al 75%, y recuperando el 80% de los sólidos drenados.

El líquido que pasa por la criba y el que resulta de la prensión, va a dar a un tanque el cual contiene un ventilador que mantiene el agua en movimiento con el fin de oxigenarla, romper los sólidos, eliminar el olor y destruir bacterias perjudiciales, para luego ser utilizada en el lavado de porquerizas.

Los sólidos ya prensados son depositados en un mezclador para adicionarles otros ingredientes. Fleming B. B. (1980)

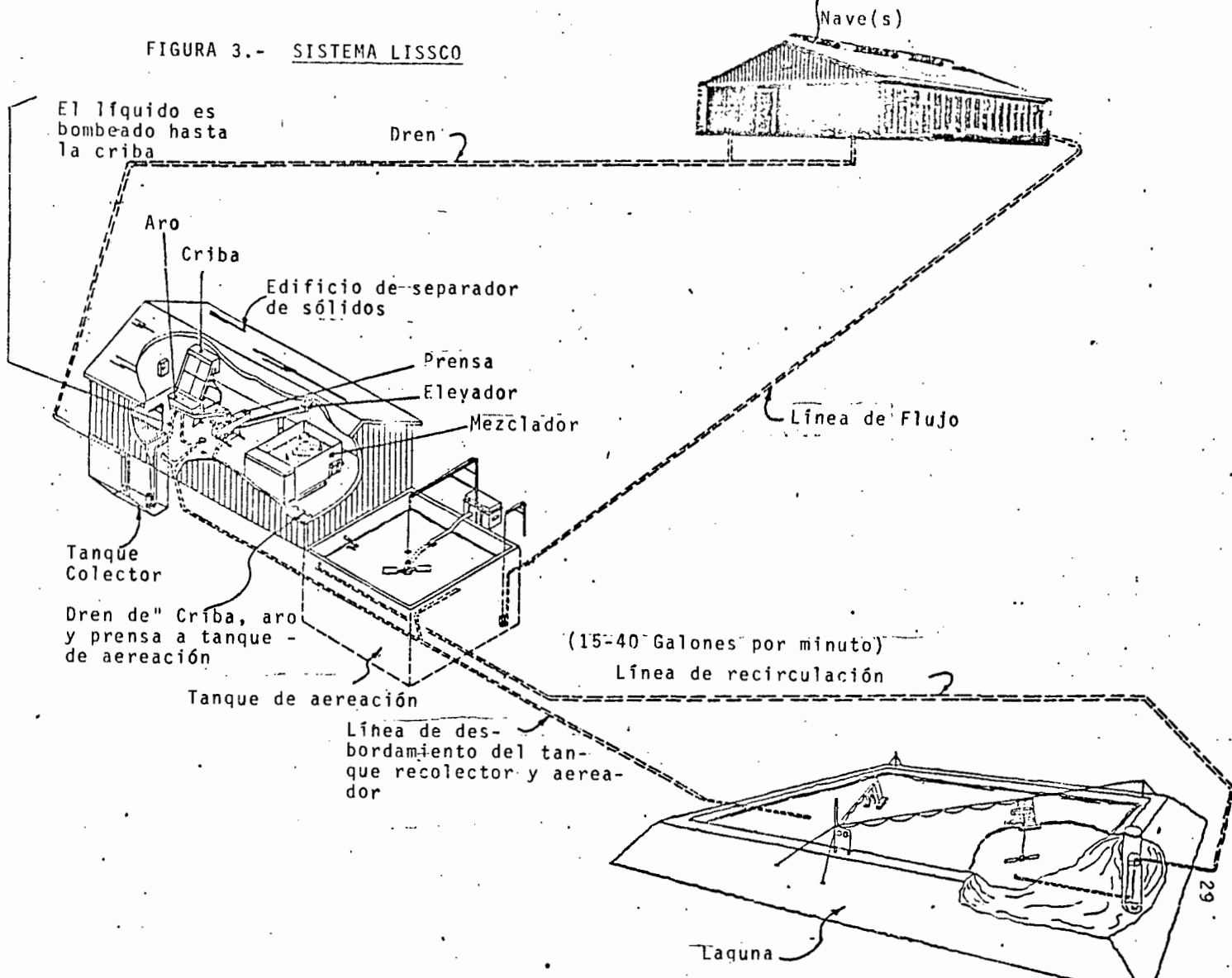
Messner M. (1980)⁽⁸⁾ utilizando el sistema Lissco y sustituyendo el maíz por cerdaza en la ración calculó un ahorro de 50 dls/cerdo/año, ó 1000 dls/mes en cuentas de alimentación.

Frankl G. (1980)⁽⁸⁾ calcula que el gasto de 20,000 dls. - que se requiere para la instalación del sistema Lissco se puede recuperar en menos de dos años.

- d) Proceso Biofermel. Este proceso consiste en dejar fermentar durante 36 hrs. la siguiente mezcla: estiércol (31%), melaza (22%), urea (.75%), sales minerales (.93%) y agua (45%). La mezcla después del tiempo indicado, produce una fermentación ácida, predominantemente láctica.

A la mezcla ya fermentada se le adiciona melaza y urea, en proporciones de 3 kg. de melaza (2% urea) por cada litro de fermentado; hecha la mezcla de fermentado-melaza-urea, se procede a absorberla en rastrojo de maíz molido en

FIGURA 3.- SISTEMA LISSCO



una proporción de 1:1 (peso/peso), la mezcla resultante queda en forma sólida y se procede a ensilarla durante 15 días antes de ofrecerla a los animales. Monrroy y Viniegra (1981).

2.7.7.- Dinámica del Ensilado.

El ensilar estiércoles animales con una fuente de - carbohidratos hidrosolubles es una manera factible de almacenar estiércol para usos de realimentación.

El ensilaje involucra un proceso mediante el cual las bacterias ácido-lácticas utilizan los carbohidratos hidrosolubles para obtener energía y así producir ácido láctico y otros ácidos, lo que ocasiona una baja en el pH de la mezcla. Este proceso restringe el desarrollo de los microorganismos indeseables o dañinos, mientras que promueve el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas. El crecimiento bacterial y la producción de ácido continúa hasta que se acaban los carbohidratos hidrosolubles o cuando el pH es inhibitorio (Barnett, 1954)⁽⁹⁾. Las bacterias ácido lácticas han demostrado ser básicamente lactobasilos y estreptococos. Los lactobasilos son los primeros en predominar cuando inicia el ensilado ya que los estreptococos son menos tolerantes al ácido (Knight et al, 1977)⁽⁹⁾

Un pH bajo parece ser el factor más estrictamente asociado con la muerte de tales organismos dañinos como son la salmonellae y larvas de nematodos (Mc Caskey and Anthony, 1975; Ciorda and Anthony, 1969)⁽⁹⁾. Adicionalmente un pH bajo (4.2) parece controlar la putrefacción ocasionada por los clostridium y otros organismos productores de ácido butírico, lo cual puede ocurrir en un período de dos semanas bajo condiciones húmedas. Estos microorganismos atacan tanto a los carbohidratos hidrosolubles residuales como al ácido láctico ya formado y en casos extremos atacan aminoácidos (Barnett,-

(9) Citado por Neangle B. I. et al.

1954)⁽⁹⁾. Puede ocurrir una cierta putrefacción en ensilajes que presentan un pH aparentemente bajo y satisfactorio, la explicación probable es que la baja en el pH ha sido demasiado lenta por lo cual la actividad de clostridium ha ocurrido en las primeras etapas antes de haber sido inhibidos. Por lo tanto el rango de la baja del pH es una característica importante para la conservación (Whittenbury et all, 1967)⁽⁹⁾

Overhults et all (1978)⁽⁶⁾ estudiando un silo pequeño de cerdaza y pasto a diferentes proporciones (30-70, 40-60, 50-50 y 60-40) reportaron un buen ensilado, los porcentajes de proteína cruda, extracto etereo y cenizas disminuyeron en forma lineal conforme la disminución de cerdaza.

En el estudio de otro silo de cerdaza y grano de maíz, se encontró que las mezclas que contenían más del 60% de cerdaza eran difíciles de manejar y tenían un olor agresivo, contrariamente a los que contenían menos del 60%.

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- Localización.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Bio-Ingeniería del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio Las Agujas Municipio de Zapopan, Jalisco, con una latitud de $20^{\circ} - 14'$ Norte y $103^{\circ} 20'$ longitud sobre Oeste, a una altura de 1,500 m.s.n.m. con una temperatura de 30°C como máxima y mínima de 5.5°C con una media de 18°C .

3.2.- Tratamientos Estudiados.

Los tratamientos estudiados se muestran en la Tabla siguiente:

TABLA 5.- ARREGLO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

TAMAÑO DE PARTICULA	FUENTE DE FORRAJE	NIVEL DE CERDAZA (%)	No. DE TRATAMIENTO
1. m.m.	RASTROJO DE MAIZ	0	1
		20	2
		40	3
		60	4
		80	5
		100	6
	BAGAZO DE CAÑA	0	7
		20	8
		40	9
		60	10
		80	11
		100	12
1. c.m.	RASTROJO DE MAIZ	0	13
		20	14
		40	15
		60	16
		80	17
		100	18
	BAGAZO DE CAÑA	0	19
		20	20
		40	21
		60	22
		80	23
		100	24

3.3.- DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

El rastrojo y la cerdaza fueron recolectados de las granjas que se encuentran alrededor de la Facultad de Agricultura, el bagazo fue traído del Ingenio de Tala, Jal. (en las Tablas 6, 7 y 8 se presenta el análisis bromatológico de estos materiales, así como el de cada uno de los tratamientos estudiados), se tomaron muestras representativas, las cuales fueron secadas a temperatura de 80°C durante 24 hrs.- Una vez secadas se procedió a molerlas en un molino Willey - de cuchillas, con un tamiz de 1. cm. y 1. ml. de espesor del poro, las muestras fueron guardadas en bolsas de plástico selladas. Posteriormente se realizó la DIMS de acuerdo con el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963).

TABLA 6.- ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA CERDAZA, RASTROJO, BAGAZO Y DE LA RACION QUE ALIMENTABA A LOS CERDOS CUANDO SE RECOLECTO LA CERDAZA

CONCEPTO	CERDAZA	CONCENT.	BAGAZO	RASTROJO
HUMEDAD	2.1	10.8	7.3	5.0
CENIZAS	23.3	6.7	3.6	4.6
PROTEINA C.	27.1	15.7	1.8	3.1
FIBRA C.	5.4	1.0	39.7	37.2
EXT. ETereo	4.9	1.0	.3	.5
E.L.N.	37.2	64.8	47.3	49.6
MAT. SECA	97.9	89.2	92.7	95.0

FUENTE: Laboratorio Regional de Suelos S.A.R.H.

Para la inoculación, el líquido ruminal se extrajo de un torete de aproximadamente 250 kg. de peso (propiedad de la Facultad de Agricultura, alimentado con concentrado, silo de maíz y melaza. El líquido fue extraído a través de la fístula ruminal con una manguera de dos metros de longitud, removiendo el contenido de tal manera que el líquido ru

TABLA 7.- ANALISIS BROMATOLOGICO DE LOS TRATAMIENTOS COMPUESTOS POR RASTROJO DE MAIZ Y CERDAZA

	% D E C E R D A Z A					
	0	20	40	60	80	100
HUMEDAD	5.0	4.42	3.84	3.26	2.68	2.1
CENIZAS	4.6	8.34	12.08	15.82	19.56	23.3
PROTEINA C.	3.1	7.9	12.7	17.5	22.3	27.1
FIBRA C.	37.2	30.84	24.48	18.12	11.76	5.4
EXT. ETereo	0.5	1.38	2.26	3.14	4.02	4.9
E. L. N.	49.6	47.12	44.64	42.16	39.68	37.2
MATERIA SECA	95.0	95.58	96.16	96.74	97.32	97.9

FUENTE: Laboratorio Regional de Suelos S. A. R. H.

TABLA 8.- ANALISIS BROMATOLOGICO DE LOS TRATAMIENTOS COMPUESTOS POR BAGAZO DE CAÑA Y CERDAZA

	% D E C E R D A Z A					
	0	20	40	60	80	100
HUMEDAD	7.3	6.26	5.22	4.18	3.14	2.1
CENIZAS	3.6	7.54	11.48	15.42	19.36	23.3
PROTEINA C.	1.8	6.86	11.92	16.98	22.04	27.1
FIBRA C.	39.7	32.84	25.98	19.12	6.86	5.4
EXT. ETereo	0.3	1.22	2.14	3.06	3.98	4.9
E. L. N.	47.3	45.28	43.26	41.24	39.22	37.2
MAT. SECA	92.7	93.74	94.78	95.82	96.86	97.9

FUENTE: Laboratorio Regional de Suelos S. A. R. H.

ruminal extraído fuera más uniforme para ser depositado en un termo. El líquido se llevó al laboratorio e inmediatamente se filtró con mucelina y se conservó a baño maría a una temperatura de 39°C adicionándole CO₂ para mantener las condiciones anaeróbicas.

Posteriormente se procedió a preparar la solución de Mc Dougalls ajustando el pH a 6.9 con adición permanente de CO₂. Se tomaron muestras de .3 gr. (con sus respectivos porcentajes de cerdaza), se adicionó a cada tubo 17 c.c. de solución buffer y 17 c.c. de líquido ruminal y CO₂ durante 30 segundos para mantener las condiciones anaeróbicas. Se puso a incubar a baño María a 39°C durante 48 hrs. con agitación longitudinal con respecto al tubo. Se pusieron muestras por triplicado, dos muestras contenían sólo líquido ruminal y saliva de Mc Dougalls llamados blancos, dos tubos testigos (alfalfa), de digestibilidad conocida, sólo para corroborar la actividad del líquido ruminal.

Al término de las 48 hrs. de fermentación las muestras fueron centrifugadas a 2,500 revoluciones por minuto durante 10 minutos. El residuo de cada centrifugada se lavó dos veces con las mismas revoluciones y el mismo tiempo, después de cada centrifugada se filtró los sólidos sobre nadtantes que quedaban, para que no se perdieran al ser decantados.

Los residuos tanto el de los filtros como el de los tubos fueron secados en la estufa a 90°C por 24 hrs. Posteriormente el residuo seco de los filtros se sumó al residuo seco de los tubos de centrifuga.

Los llamados tubos blancos fueron utilizados como factor de corrección de la materia seca que contiene el líquido ruminal.

La fórmula usada para el cálculo de la DIMS fue la siguiente:

$$\text{DIMS} = \frac{\text{Muestra Inicial} - (\text{residuo-residuo blanco})}{\text{Muestra Inicial}} 100$$

El experimento tuvo una duración de 15 días, del 25 de septiembre al 9 de octubre de 1986.

3.4.- DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue un "completamente al azar", con un arreglo factorial $2 \times 2 \times 6$, en donde el modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} = E_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Variable independiente.

M = Media general.

A_i = Efecto de tamaño de partícula i -ésimo $i = 1, \dots, 2$

B_j = Efecto de fuente de forraje j -ésimo $j = 1, \dots, 2$

C_k = Efecto de nivel de cerdaza k -ésimo $k = 1, \dots, 6$

$(AB)_{ij}$ = Efecto de interacción simple tamaño de partícula -- fuente de forraje

$(AC)_{ik}$ = Efecto de interacción simple tamaño de partícula n_i nivel de cerdaza.

$(BC)_{jk}$ = Efecto de interacción simple fuente de forraje n_j nivel de cerdaza.

$(ABC)_{ijk}$ = Efecto de interacción doble tamaño de partícula - fuente de forraje nivel de cerdaza.

E_{ijk} = Error experimental.

Los promedios obtenidos para cada tratamiento fueron comparados mediante la prueba de rango múltiple de Duncan (1957).

Además fue utilizado el modelo de regresión simple-
($y = b_0 + b_1X$) para relacionar la digestibilidad con los diferentes niveles de cerdaza.

3.5.- VARIABLE A MEDIR

La variable a medir fue:

1) % de digestibilidad.

IV.- RESULTADOS

Los valores promedio de la Digestibilidad "in vitro" de la Materia Seca de los diferentes tratamientos estudiados se presentan en la Tabla No. 9.

TABLA No. 9.- DIMS PROMEDIO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS ESTUDIADOS.

TAMAÑO DE PART.	FUENTE DE FORRAJE	% DE CERDAZA	% DE DIGEST.	No. DE TRATAM.
1 m.m.	RASTROJO DE MAIZ	0	51.51	1
		20	49.73	2
		40	49.12	3
		60	46.59	4
		80	41.14	5
		100	36.41	6
	BAGAZO DE CAÑA	0	35.71	7
		20	36.12	8
		40	40.51	9
		60	37.24	10
		80	40.83	11
		100	36.43	12
1 c.m.	RASTROJO DE MAIZ	0	38.56	13
		20	40.06	14
		40	40.14	15
		60	36.95	16
		80	38.84	17
		100	36.45	18
	BAGAZO DE CAÑA	0	27.80	19
		20	29.34	20
		40	32.96	21
		60	33.44	22
		80	35.45	23
		100	36.42	24

En el análisis de varianza realizado para los tratamientos estudiados (Tabla No. 10), se encontró diferencia -- significativa entre ellos, indicándonos esto que los tratamientos son completamente distintos.

TABLA 10.- ANALISIS DE VARIANZA PARA EL TOTAL DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	f.t	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	23	2,373.47	103.19435	25.936	1.74	2.20*
ERROR	48	191.92	3.99833			
TOTAL	71	2,565.39				

* Altamente Significativo.

Por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza para cada una de las fuentes de variación y sus interacciones (tabla No. 11), encontrándose los resultados siguientes:

- a) Existe efectos significativo ($P < 0.01$) para tamaño de partícula (A), fuente de forraje (B) y nivel de cerdaza (C). Lo que quiere decir que el tamaño de 1 m.m. y de 1.c.m. - de diámetro influyó en el porcentaje de digestibilidad, - así como el bagazo de caña y el rastrojo de maíz se comportaron diferentes, y los niveles de cerdaza (0, 20, 40, 60, 80, 100%) influyeron en forma independiente.
- b) No existe efecto significativo ($P < 0.05$) para la interacción tamaño de partícula-fuente de forraje. Esto nos indica que no existe relación entre el tamaño de partícula y rastrojo de maíz, así como con el bagazo de caña con el - porcentaje de digestibilidad encontrado.
- c) Existe efectos significativos ($P < 0.01$) para las interacciones tamaño de partícula-nivel de cerdaza (AC), fuente de forraje - nivel de cerdaza (BC) y tamaño de partícula-fuente de forraje- nivel de cerdaza (ABC). Esto se explica de la siguiente manera: En el caso de las interacciones (AC) y (BC) indica que tanto el tamaño de partícula -

como la fuente de forraje influyeron o se comportaron de manera diferente ante cada nivel de cerdaza, encontrándose distintos porcentajes de digestibilidad.

Para interpretar el caso de la interacción doble -- (ABC) podemos decir que para cada tamaño de partícula en cada forraje estudiado, influyó en forma definitiva el nivel de cerdaza.

TABLA 11.- ANALISIS DE VARIANZA PARA TAMAÑO DE PARTICULA, FUENTE DE FORRAJE, NIVEL DE CERDAZA, INTERACCION, TAMAÑO DE PARTICULA, -FUENTE DE FORRAJE, INTERACCION TAMAÑO DE PARTICULA- NIVEL DE CERDAZA, INTERACCION FUENTE DE FORRAJE -NIVEL DE CERDAZA E INTERACCION TAMAÑO DE PARTICULA- FUENTE DE FORRAJE - NIVEL DE CERDAZA.

F.V.	G.L.	SC C.	C. M.	F. C.	f t		
					0.05	0.01	
A	1	815.1383	815.1383	203.86969	4.04	7.19	* *
B	1	841.7313	841.7313	210.52072	4.04	7.19	* *
C	5	111.8143	22.36286	5.59305	2.41	3.42	* *
AB	1	2.2109	2.2109	.55295	4.04	7.19	N S
AC	5	103.2403	20.64806	5.16417	2.41	3.42	* *
BC	5	413.7111	82.74222	20.69419	2.41	3.42	* *
ABC	5	85.6238	17.12476	4.28297	2.41	3.42	* *
ERROR	48	191.92	3.99833				
TOTAL	71	2,565.39					

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



Después de realizar el análisis de varianza se procedió a hacer la prueba de medias según Duncan (Tabla No.12) en la cual se muestra con línea continua los tratamientos -- que no presentaron diferencias estadísticas.

TABLA No. 12.- PRUEBA DE MEDIAS SEGUN DUNCAN

ORDEN	No. DE TRATAM.	% DE DIGEST.
1	19	27.80
2	20	29.14
3	21	32.96
4	22	33.44
5	23	35.45
6	7	35.71
7	8	36.12
8	6	36.41
9	24	36.42
10	12	36.43
11	18	36.45
12	16	36.95
13	10	37.24
14	13	38.56
15	17	38.84
16	14	40.06
17	15	40.14
18	9	40.51
19	11	40.83
20	5	41.14
21	4	46.59
22	3	49.12
23	2	49.73
24	1	50.51

Además se presenta en la tabla No. 13 los porcentajes de incremento de digestibilidad de los diferentes tratamientos estudiados con respecto al que mostró el menor valor (Tratamiento No. 19), sobresaliendo los tratamientos No. 1, 2 y 3 con el 81.6%, 78.8% y 76.6% de incremento respectivamente.

TABLA No. 13.- RELACION DE LOS INCREMENTOS DE DIGESTIBILIDAD DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CON RELACION - AL TRATAMIENTO 19.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	%	A/A	
1	50.51	181.6	81.6	*
2	49.73	178.8	78.8	*
3	49.12	176.6	76.6	*
4	46.59	167.5	67.5	
5	41.14	147.9	47.9	
6	36.41	130.9	30.9	
7	35.71	128.4	28.4	
8	36.12	129.9	29.9	
9	40.51	145.7	45.7	
10	37.24	133.9	33.9	
11	40.83	146.8	46.8	
12	36.43	131.0	31.0	
13	38.56	138.7	38.7	
14	40.06	144.1	44.1	
15	40.14	144.3	44.3	
16	36.95	132.9	32.9	
17	38.84	139.7	39.7	
18	36.45	131.1	31.1	
* 19	27.80	100.0	0.	
20	29.34	105.5	5.5	
21	32.96	118.5	18.5	
22	33.44	120.2	20.2	
23	35.45	127.5	27.5	
24	36.42	131.0	31.0	

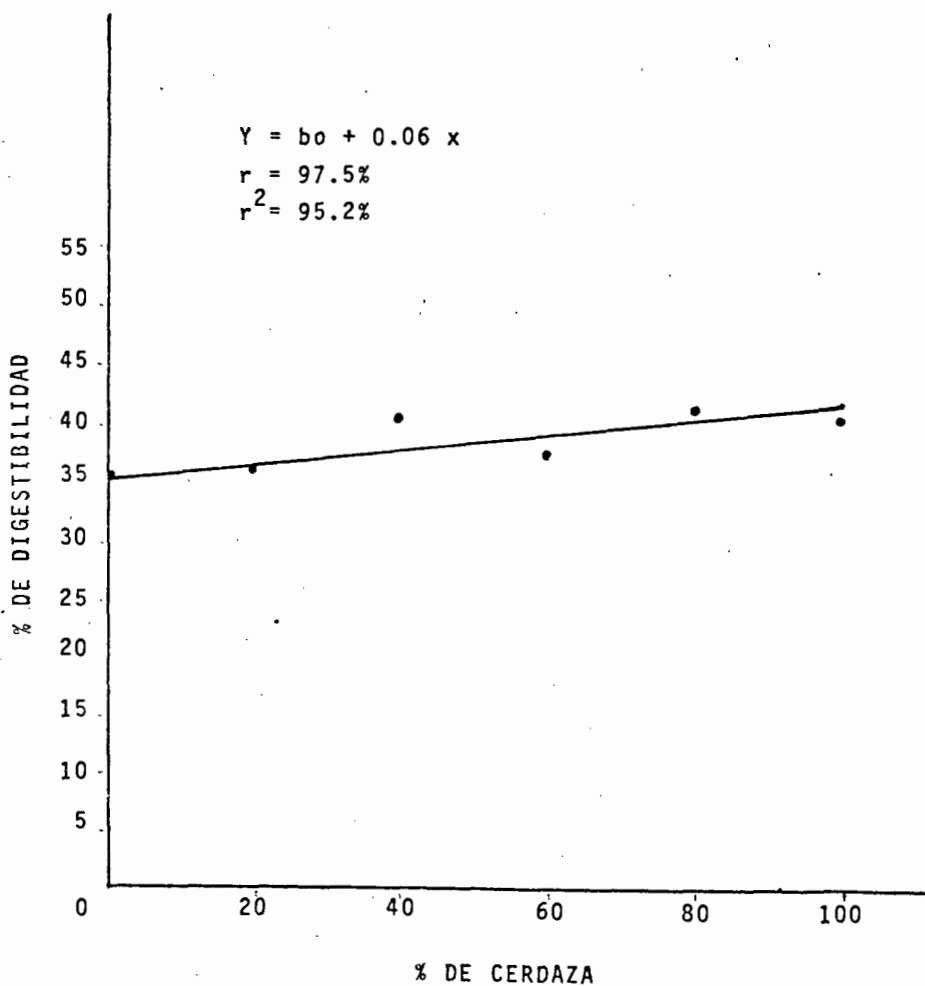
Se realizó el análisis de regresión y correlación - para relacionar la digestibilidad con los diferentes niveles de cerdaza y en la gráfica No. 1 se presenta para el caso de el bagazo de caña a 1 m.m. como tamaño de partícula, en el - que podemos observar la marcada tendencia de incremento del - porcentaje de digestibilidad a medida que se incrementó el - porcentaje de cerdaza, encontrándose que por cada 1% de in- - cremento de cerdaza existe un incremento del 0.06% en la di- - gestibilidad de la caña de azúcar, teniendo además una muy - estrecha relación ($r = 97.5\%$) entre el porcentaje de cerdaza y la digestibilidad del forraje mencionado.

Además el coeficiente de determinación (r^2) nos es- - tá indicando que la variabilidad de la digestibilidad de es- - te forraje es explicada en un 95.2% por el incremento al por- - centaje de cerdaza. Esto está relacionado en forma directa - con el nivel de nitrógeno (gráfica No. 2) en cada uno de los diferentes porcentajes de cerdaza, ya que según Burroughs y - Mc Naught, para el aprovechamiento eficiente de la lignocelu- - losa se requiere de un 0.6 a 0.8% de nitrógeno; y Dyer I. A. y Col. (1975), mencionan que es necesario suplementar con 1% de nitrógeno para el rompimiento de la lignocelulosa, siem- - pre y cuando la ración no contenga más del 50% de energía di- - gestible, ya que si este porcentaje es mayor (como es nues- - tro caso ya que el becerro se suplementó con melaza durante el experimento) se requerirá de 1.5% de nitrógeno.

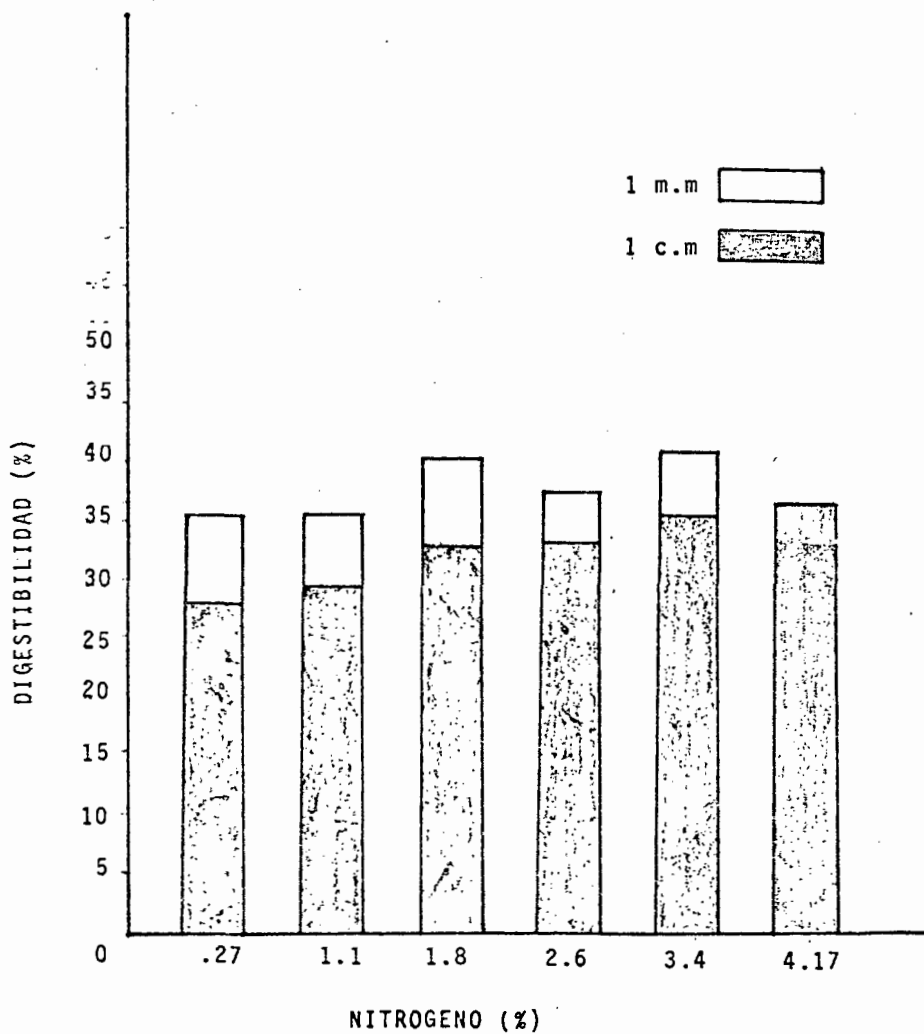
El bagazo de caña llevado a partícula de 1 c.m. se- - comportó de manera similar al de 1.m.m. (Gráfica No. 3), ob- - servándose en este caso que por cada 1% de incremento de cer- - daza aumenta en un 0.064% la digestibilidad del bagazo; la - relación encontrada entre el porcentaje de cerdaza y la di- - gestibilidad (r) fue de 84.6% y el coeficiente de determina- - ción (r^2) fue de 71.7%.

La relación del nivel de nitrógeno en cada uno de - los diferentes porcentajes de cerdaza con respecto a la di-

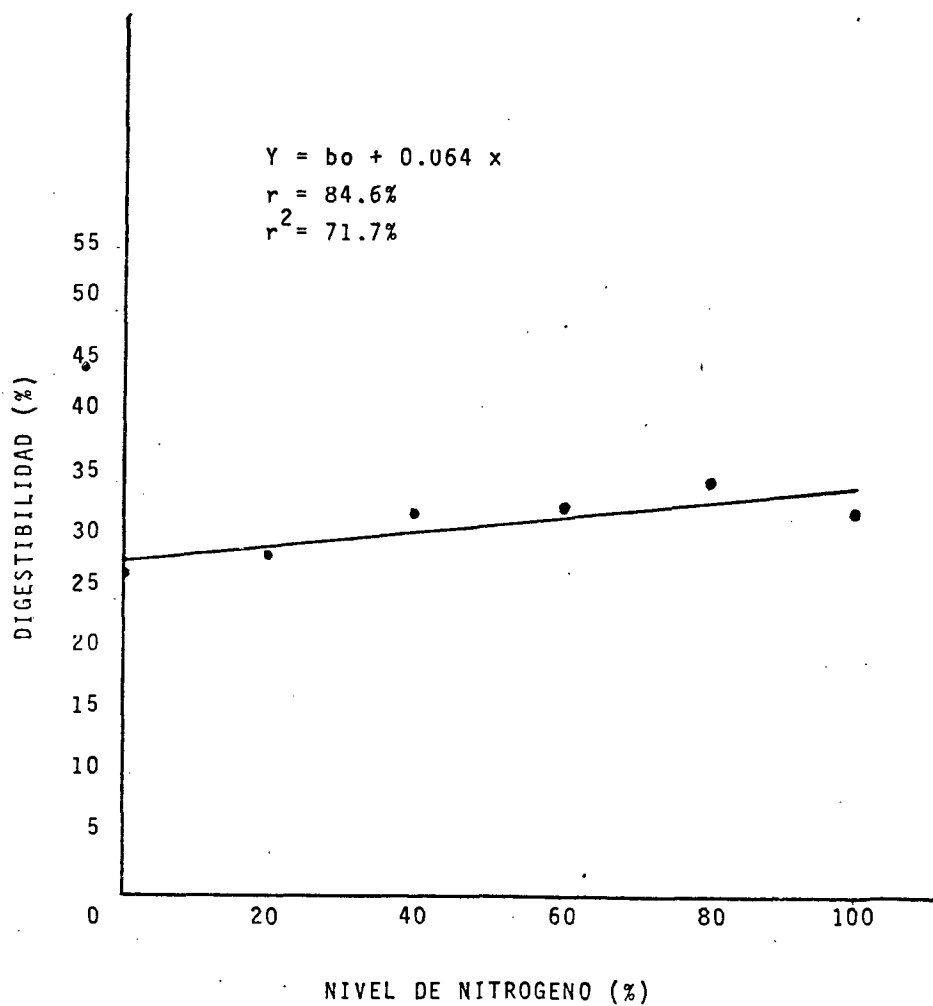
GRAFICA 1.- RELACION ENTRE EL NIVEL DE CERDAZA Y LA DIGESTIBILIDAD DEL BAGAZO DE CAÑA CON - TAMAÑO DE PARTICULA DE 1 m.m.



GRAFICA 2.- RELACION DEL PORCENTAJE DE NITROGENO EN CADA NIVEL DE CERDAZA Y LA DIGESTIBILIDAD DEL BAGAZO DE CAÑA.



GRAFICA 3.- RELACION ENTRE EL NIVEL DE CERDAZA Y LA DIGESTIBILIDAD DEL BAGAZO DE CAÑA CON TAMANO DE PARTICULA DE 1 c.m.



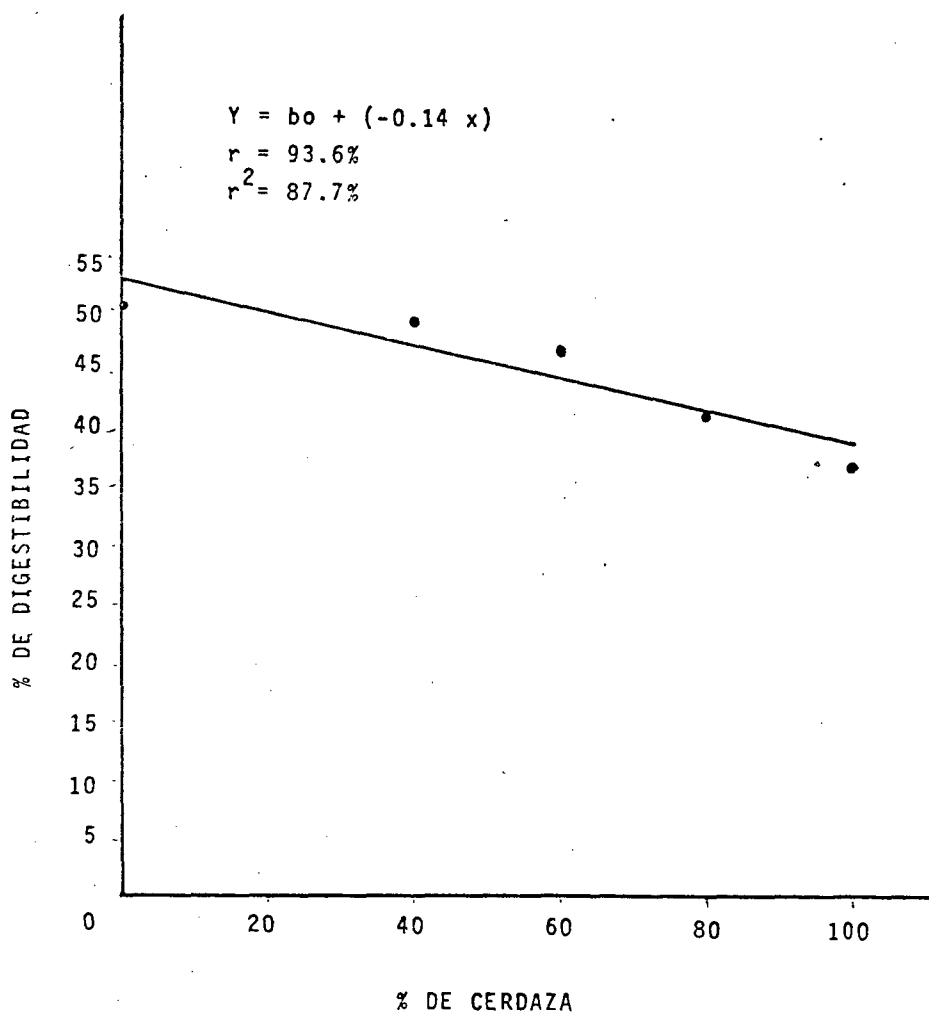
gestibilidad la podemos observar también en la gráfica No. 2.

Los resultados obtenidos del análisis de regresión y correlación del rastrojo de maíz (Gráficas No. 4 y 5) nos muestran un comportamiento adverso de éste, con respecto al bagazo de caña, ya que el rastrojo se relacionó en forma negativa con la inclusión de cerdaza observándose un decremento en su digestibilidad de 0.14% (para el caso del tamaño de partícula de 1 m.m) y de 0.064% (para el caso de 1 c.m) por cada 1% de incremento de cerdaza, lo que se le puede atribuir al efecto causado en el rastrojo de maíz, por el tamaño de partícula.

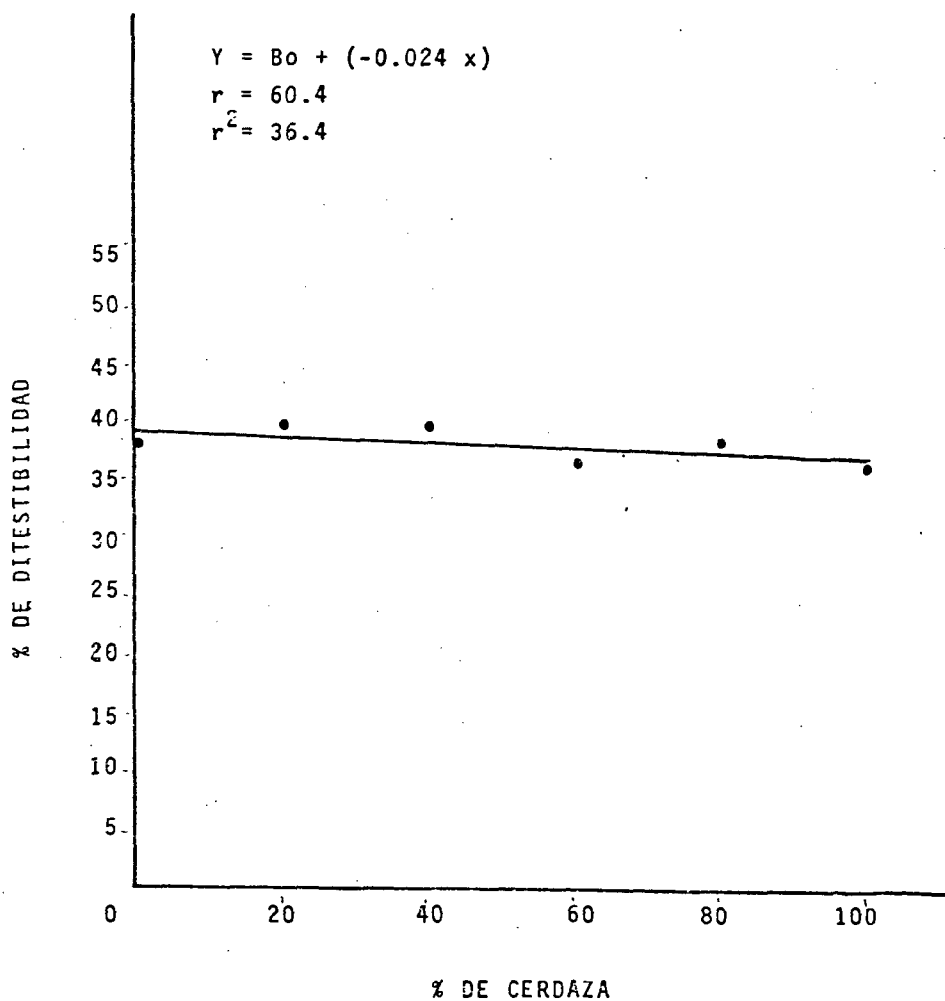
Los coeficientes de correlación (r) y de determinación (r^2) fueron muy altos cuando el tamaño de partícula fue de 1 m.m (93.6% y 87.7% respectivamente), no siendo así para el caso de 1 c.m ($r = 60.4\%$ y $r^2 = 36.4\%$).

El nivel de nitrógeno en cada uno de los diferentes porcentajes de cerdaza, influyó también en forma considerable en la digestibilidad del rastrojo de maíz, ya que aunque, el análisis de correlación nos muestra que ésta fue negativa, en la gráfica No. 6 podemos observar que en los primeros niveles de inclusión de cerdaza, la digestibilidad permanece casi constante cuando el tamaño de partícula es de 1 m.m, e inclusive aumenta cuando el tamaño de partícula fue de 1 c.m.

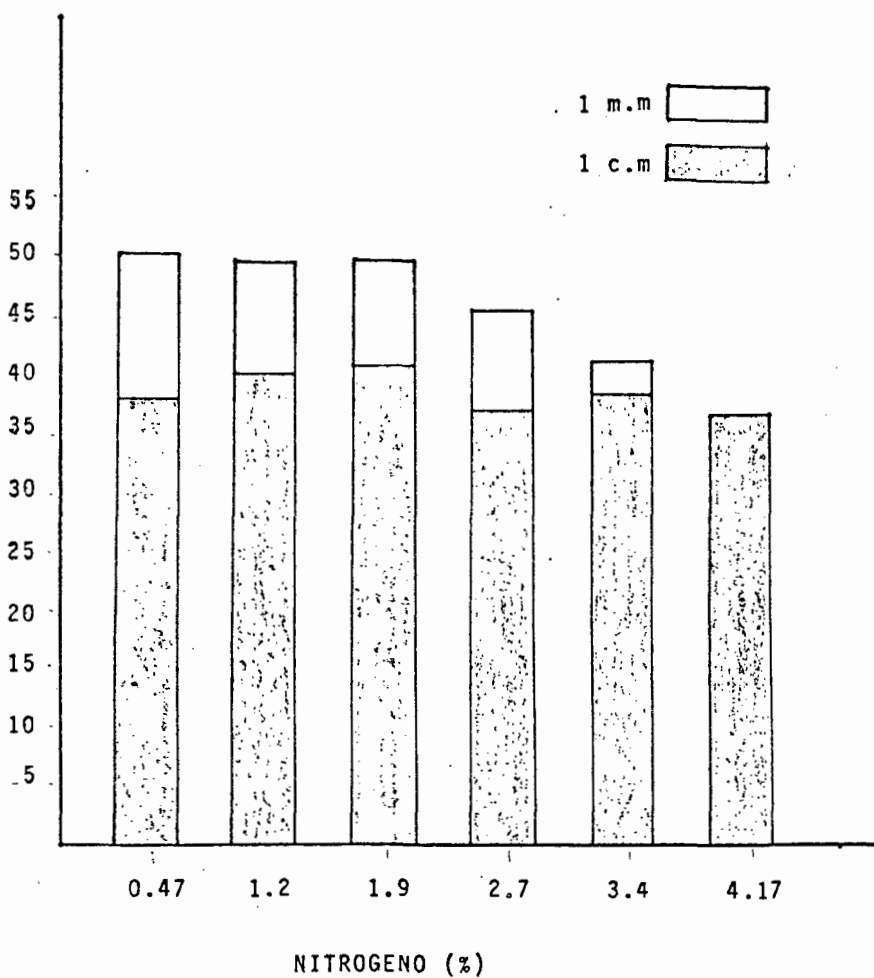
GRAFICA 4.- RELACION ENTRE EL NIVEL DE CERDAZA Y LA DIGESTIBILIDAD DEL RASTROJO DE MAIZ CON TAMANO DE PARTICULA DE 1 m.m.



GRAFICA 5.- RELACION ENTRE EL NIVEL DE CERDAZA Y LA DIGESTIBILIDAD DEL RASTROJO DE MAIZ CON TAMAÑO DE PARTICULA DE 1 c.m.



GRAFICA 6.- RELACION DEL PORCENTAJE DE NITROGENO EN CADA NIVEL DE CERDAZA Y LA DIGESTIBILIDAD DEL RAS TROJO DE MAIZ



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

En base a la literatura consultada y a los resultados del presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Es factible la incorporación de la cerdaza como ingrediente en las raciones utilizadas en la engorda de bovinos.
- 2.- El tamaño de partícula fue fundamental en el porcentaje de digestibilidad, siendo el de 1 m.m. el que presentó valores más altos.
- 3.- De las fuentes de forraje analizadas, el rastrojo de maíz fue superior en cuanto a digestibilidad, pero el bagazo de caña dejó ver grandes posibilidades de uso incluyendo la cerdaza.
- 4.- El rango de inclusión de cerdaza de mayor digestibilidad es entre 20 y 60% para el rastrojo de maíz, y entre 40 y 80% para bagazo de caña. Aunque se recomienda mayores estudios ya que éstos son muy escasos y la cerdaza presenta algunas características dignas de analizarse como son: Disponibilidad, valor alimenticio, poder patógeno, poder inmunológico, etc.
- 5.- Se recomienda además, realizar investigaciones acerca de la inclusión de la cerdaza en ensilajes de los forrajes más comunes en Jalisco.

VI.- RESUMEN

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Bio-Ingeniería del Instituto de Madera, - Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, ubicado - en el predio Las Agujas Municipio de Zapopan, Jal.

La principal orientación de la agricultura mexicana se haya dirigida a la producción de alimentos básicos, sin embargo, el incremento del consumo de carne, leche y huevos, en las zonas urbanas ha ido perturbando fuertemente este patrón tradicional.

La tendencia de usar granos y leguminosas en la producción animal, es el factor más importante que reduce la -- disponibilidad de alimento para la población humana e incremento su costo. Además de provocar la importación de granos -- lo cual es una carga financiera muy pesada para la economía de México.

Por otro lado, la integración de la producción de plantas y animales por medio de la utilización de los residuos de las cosechas y los desechos animales, es un campo -- de la tecnología agropecuaria que se está desarrollando con buenos resultados, cabiendo la posibilidad de que podamos encontrar solución a la problemática alimenticia si se desarrollan y difunden sistemas de producción pecuaria que empleen productos o desperdicios del propio sector primario.

El objetivo del presente trabajo fue el de determinar la Digestibilidad "in vitro" de la Materia Seca del Rastrojo de Maíz y Bagazo de Caña con diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40, 60, 80, 100%) y dos tamaños de partícula.

Para llevar a cabo el presente experimento se contó con un becerro Holstein de 250 Kg. de peso del cual se extrajo el líquido ruminal para que posteriormente se determinara la digestibilidad de los materiales mencionados de acuerdo al método descrito por Tylley y Terry.

Los tratamientos que presentaron mayor porcentaje de digestibilidad fueron los constituidos por rastrojo de maíz con un tamaño de partícula de 1 m.m., y el rango de inclusión de cerdaza de mayor digestibilidad fue entre 20 y 60% para rastrojo de maíz y entre 40 y 80% para bagazo de caña.

VII.- B I B L I O G R A F I A

- Anónimo 1975. Livestock Waste Management with Control. Midwest plan Service. Iowa State Univesity p. 19.
- Abraham R. y Col. 1974. "Role of Lizosymes in corrageenan - induce cecalulceration". Gastroentereology 67: -- 1169-1181.
- Alcantara S. E. 1979.- Efecto del Tratamiento Alcalino sobre la Composición y Digestibilidad del bagazo y médula de caña de azúcar. UNAM. Tesis no publicada.
- Arevalo N.J.R. 1978. Utilización del estiércol de bovinos, - cerdos y aves en la nutrición animal. UNAM. Tesis - no publicada.
- Berger A.J.C. y Col. 1981. Ferementation Characteristics of-- swine waste ensiled with ground hay or ground corn-grain. Feeding swine waste. Journal of animal scien ce. Vol. 52.
- Bernal P.R. 1980. Efecto del tamaño de partícula sobre el pa trón de fermentación mediante el ensilaje en bagazo de Agave tequilana. U de G. Tesis no publicada.
- Bhattacharya and J.C. Taylor. 1975. Recycling animal waste - as a feedstuff: A review. Journal of animal sciense. Vol. 41.
- Ceballos H. A. 1983. Evaluación del consumo voluntario, di-- gestibilidad y ganancia de peso con borregos ali-- mentados con silo de maíz mezclado con cerdaza y me laza. U. de G. Tesis no publicada.
- De Alba J. 1971. Alimentación del ganado en America Latina.- La Prensa Médica Mexicana. 2a. ed.

- Del Toro F. 1977. Efecto de la Fertilización Nitrogenada en la Digestibilidad "in vitro" de la Materia Seca --- (MS) del Pasto Rhodes (Chloris - gayana). U de G. - Tesis no publicada.
- Esteban V.J.E. 1983. Reciclaje de Excretas de Cerdo. Estudio recapitalativo. UNAM. Tesis no publicada.
- Fleming B. 1980. La cerdaza de los drenes convertida en un ahorro económico al incluirla en la ración. National Hog Farmer. USA.
- Flores M. J. A. 1983. Bromatología animal. Ed. Limusa. México.
- González S.A.R. 1977. Digestibilidad "in vitro" y composición bromatológica del rastrojo de maíz (Zea Mays) - Tratado con Hidróxido de Sodio (Na OH) y Acido Clorhídrico (H Cl), en diferentes proporciones, U de G. Tesis no publicada.
- Guerrero A. y Col. 1985. Utilización del Nitrógeno aportado por la cerdaza como alimento. Reunión de investigaciones pecuarias en México. SARH.
- Liceaga R. D. y F. Rodríguez G. 1985.
- Llamas L. G. y Col. 1979. Estudio del valor alimenticio de los subproductos de la caña de azúcar con bovinos - en corral. Técnica pecuaria de México. SARH.
- Mc Donald P. y Col. 1979. Nutrición Animal. Ed. Acribia. España.

- Monroy H. O. 1981. Biotecnología para el Aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. Ed. A.G.T. México.
- Neauble B.I. et all. Dynamics of the ensiling of swine waste with ground shelled corn. Livestock Waste: A renewable resource.
- Northcote D. H. 1969. Differentiation in higher plants. Oxford Biology Readers. Vol. 44. Oxford University Press.
- Pigden W. J. y Bender F. 1972. "Aprovechamiento de la Lignocelulosa por los Rumiantes". Revista mundial zootecnia. 1: 7-10.
- Rodríguez G.F. 1984. Digestibilidad del bagacillo de caña de azúcar. Técnica Pecuaria de México. Vol. 47. SARH.
- Rodríguez R.M.A. 1982. Evaluación del consumo voluntario y digestibilidad in situ en rumiantes, de silo de maíz mezclado con estiércol de cerdo obtenido de las fosas de fermentación. U de G. Tesis no publicada.
- Tejeda H.I. 1985. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes utilizados en la Alimentación Animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A. C.
- Terry R.A. y Col. 1969. J. Sci. 20, 317.
- Urrutia M.J. 1980. Valor Nutritivo del Ensilaje de Maíz con y sin mazorca y rastrojo de maíz adicionado de $N_a OH$ (0 y 4% b.s). UNAM. Tesis no publicada.

Van Soest P. J. 1966. Nonnutritive residue a system of analysis for the replacement of crude fibre". J. Assoc. - off Agric. Chem. 49: 546-551.