

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



COMPARACION DE LAS TECNICAS DE DIGESTIBILIDAD IN SITU (BOLSA NYLON) E IN VITRO DE LA MATERIA SECA DEL RASTROJO DE MAIZ Y BAGAZO DE CAÑA CON DIFERENTES NIVELES DE CERDAZA.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
GERARDO MERCADO RAMIREZ

Guadalajara, Jal. 1986

U N I V E R S I D A D D E G U A D A L A J A R A
FACULTAD DE AGRICULTURA

Comparación de las Técnicas de Digestibilidad
In Situ (Bolsa Nylon) e In Vitro de la Materia
Seca del Rastrojo de Maíz y Bagazo de Caña con
diferentes Niveles de Cerdaza.

T E S I S
Que para obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo Zootecnista
p r e s e n t a :
GERARDO MERCADO RAMIREZ

Guadalajara, Jalisco. 1986



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Septiembre 8, 1966.

C. PROFESORES

ING. M. C. LEONEL GONZALEZ JANDRESKI, DIRECTOR.

ING. M. C. JUAN RUIZ MARTES, ASESOR.

M. V. Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS, ASESOR.

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

"COMPARACION DE LAS TECNICAS DE DIGESTIBILIDAD *in situ* (BOLSA NYLON) E *in vitro* DE LA MATERIA SECA POR PASTOREO DE MAIZ Y GAZAJO DE CABA CON DIFERENTES NIVELES DE CENIZA."

presentado por el PASANTE GERARDO MERCADO RAMIREZ.
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer de 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.

"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Septiembre 8, 1986.

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

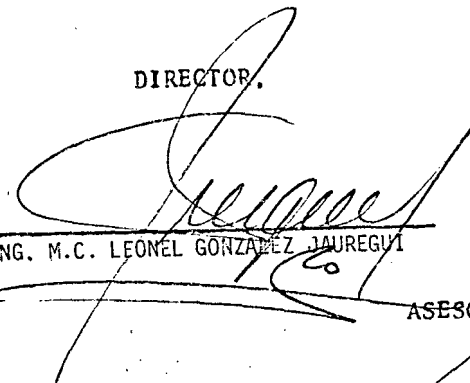
Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

GERARDO MERCADO RAMIREZ titulada,

"COMPARACION DE LAS TECNICAS DE DIGESTIBILIDAD in situ (BOLSA NYLON)
E in vitro DE LA MATERIA SECA DEL RASTROJO DE MAIZ Y BAGAZO DE CARA
CON DIFERENTES NIVELES DE CERDAZA."

Damos nuestra aprobaci3n para la impresi3n de la
misma.

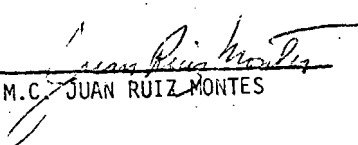
DIRECTOR.



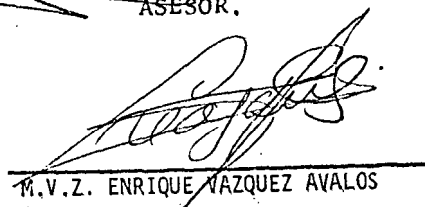
ING. M.C. LEONEL G3NZALES JAUREGUI

ASESOR.

ASESOR.



ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES



M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS

hlg.

Al contrastar este oficio sírvase citar fecha y número

AGRADECIMIENTO:

A MIS PADRES

RITO Y FELICITAS

Con cariño y agradecimiento
por su apoyo y satisfacciones
brindados para lograr la cul-
minación de esta etapa de mi
vida.

A MI ESPOSA

MARISELA

Con cariño y agradecimiento
por sus palabras de aliento
que me ayudaron a culminar
esta etapa de mi vida.

A MIS HERMANOS

FELIPE

HUGO

DAVID

Con cariño y como un estímulo
para su superación.

A MIS ABUELITOS

FELIPE

LUCIA

EUSEBIO

DOMINGA

Con cariño.

A MI MAESTRO

ING. M.C. LEONEL GONZALEZ J.

Como agradecimiento por su ayuda y dirección durante el desarrollo de este trabajo.

A MIS MAESTROS

ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES.

MVZ. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS.

Por su valioso asesoramiento.

A MIS MAESTROS Y AMIGOS

Con gratitud.

AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE
BIO-INGENIERIA DEL INSTITUTO DE
MADERA, CELULOSA Y PAPEL.

Por las facilidades y ayuda
prestada para la realización
de este trabajo.

A TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYE
RON A LA REALIZACION DE ESTE TRABA-
JO.

A MI FACULTAD DE AGRICULTURA.

CONTENIDO

	pág.
INDICE DE CUADROS	
I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo.	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Técnica de digestibilidad <u>in situ</u> de la bolsa nylon o dacrón.	5
2.1.1. Factores de variación de la técnica de la -- bolsa nylon.	6
2.1.1.1. Animales experimentales.	6
2.1.1.2. Procesado y tamaño de la muestra.	6
2.1.1.3. Material y tamaño de las bolsas.	7
2.1.1.4. Tiempo de incubación.	8
2.2. Técnica de digestibilidad <u>in vitro</u> .	8
2.2.1. Factores de variación de la técnica <u>in vitro</u> .	8
2.2.1.1. Material de los tubos de incubación.	9
2.2.1.2. Embebimiento del material.	9
2.2.1.3. Obtención y manejo del líquido ru-- minal.	9
2.2.1.4. Composición y pH de la solución --- buffer.	10
2.2.1.5. Incubación.	10
2.2.1.6. Tamaño de la partícula.	10
2.2.1.7. Peso de la muestra.	10
2.2.1.8. Colección de residuo.	11
2.3. Digestibilidad <u>in vivo</u> .	11

	pág.
2.4. Digestibilidad <u>in vivo</u> vs. <u>in vitro</u> .	12
2.5. Rastrojo de maíz.	12
2.5.1. Composición química.	12
2.5.2. Producción nacional de rastrojo de maíz.	12
2.5.3. Alternativa como suplemento alimenticio.	14
2.6. Bagazo de caña de azúcar.	15
2.6.1. Composición química.	15
2.6.2. Producción nacional de bagazo de caña.	15
2.6.3. Alternativa como suplemento alimenticio.	15
2.7. Cerdaza (heces del cerdo).	16
2.7.1. Composición química.	17
2.7.2. Producción nacional de cerdaza.	18
2.7.3. Valor alimenticio.	19
2.7.4. Cerdaza ensilada.	20
2.7.4.1. Organismos patógenos.	23
2.7.4.2. Conservación y pH.	24
2.7.5. Riesgos para la salud.	25
2.7.6. Inmunidad.	26
2.7.7. Residuos de drogas en la cerdaza.	26
2.7.8. Sistema para la recuperación de la cerdaza.	28
2.7.8.1. Manejo de las heces.	31
III. MATERIALES Y METODOS	33
3.1. Localización del experimento.	33
3.2. Materiales utilizados.	33
3.3. Tratamientos estudiados.	33
3.4. Diseño experimental.	37
3.5. Desarrollo del experimento.	38

	pág.
3.5.1. Digestibilidad <u>in situ</u> .	38
3.5.2. Digestibilidad <u>in vitro</u> .	41
3.6. Variables medidas.	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	44
V. CONCLUSIONES	51
VI. RESUMEN	52
VII. BIBLIOGRAFIA	54
VIII. APENDICE	59

INDICE DE CUADROS

No. DE CUADRO	DESCRIPCION	pág.
1	Composición química del rastrojo de maíz según las tablas de alimentación del NRC.	13
2	Composición química de la muestra de rastrojo de maíz.	34
3	Composición química de la muestra de bagazo de caña	34
4	Composición química del concentrado y de la cerdaza.	35
5	Arreglo de los tratamientos estudiados.	36
6	Solución buffer de McDougall.	42
7	Análisis de varianza de las técnicas de -- digestibilidad <u>in situ</u> (bolsa nylon) e -- <u>in vitro</u> de la materia seca del rastrojo de maíz y bagazo de caña con diferentes -- niveles de cerdaza.	46
8	Relación de los incrementos de digestibilidad de los diferentes tratamientos con respecto al tratamiento 1.	49
9	Prueba de medias para los porcentajes de digestibilidad de los tratamientos según Duncan.	50

INDICE DE CUADROS

No. DE
CUADRO

APENDICE

pág.

1

Porcentajes de digestibilidad de la M.S.
del rastrojo de maíz y bagazo de caña --
con diferentes niveles de cerdaza in situ
e in vitro.

60

I. INTRODUCCION

La tendencia de usar granos de cereales 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 nuestro país.

Por otro lado la producción pecuaria es la forma más ineficiente de obtener alimentos a partir de los recursos de la tierra cultivada pero tiene mayor utilidad que la obtenida de los productos agrícolas de consumo básico (cereales y leguminosas).

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 en el área de los subproductos de la caña de azúcar y en la de fermentación de las excretas animales.

La economía de la integración agropecuaria presenta el atractivo de reducir los desechos de los alimentos, incrementa la disponibilidad de los productos agrícolas de consumo básico e incrementa la diversificación de los productos, reduciendo el riesgo de su comercialización.

Las tendencias de la producción ganadera en América Latina parecen señalar la necesidad de contar con programas de difusión de tecnologías para el uso óptimo de los residuos orgánicos dentro del contexto de sistemas agropecuarios integrados puesto que

así se ofrece una nueva frontera productiva para el mercado de -
leche y carne reduciendo la competencia alimentaria entre huma--
nos y animales.

Así mismo considerando las condiciones climáticas de nues--
tro país observamos una época de estiaje en la cual se hace ---
necesaria la suplementación alimenticia del ganado en pastoreo -
debido a la reducción de nutrimentos que sufren los pastizales -
nativos en este periodo (Gonzalez, 1964; Tena et al., 1976; y --
Chávez et al., 1979. Citados por Molina et al., 1984), siendo, -
los nutrimentos más afectados por los cambios fenológicos, las -
proteínas, los carbohidratos solubles y los estructurales. El -
contenido de proteína cruda se puede ver reducido hasta en un --
50% en la época de madurez y latencia de las plantas (época de -
sequía) comparado con el obtenido durante el crecimiento (época
de lluvias). Simultáneamente a estas reducciones ocurre una ma--
yor lignificación de las especies forrajeras ocasionando una ---
reducción en su digestibilidad (Ortiz, 1976. Citado por Molina -
et al., 1984).

Siendo una de las causas que afecta el estado nutricional -
del ganado, el coeficiente de digestibilidad de los alimentos --
que ingieren. Por lo que el conocimiento y manejo de este coefi-
ciente ha permitido el desarrollo de métodos para producción ---
animal más eficientes.

El método tradicionalmente empleado para determinar la di--
gestibilidad aparente de las raciones, tanto en animales monogas
tricos como rumiantes ha sido el que involucra la recolección --
total de las heces producidas. Este método llamado in vivo es --

uno de los más confiables, sin embargo, presenta el inconveniente de requerir un gran número de animales, de instalaciones apropiadas, etc., pero sobre todo de una gran dedicación de tiempo para poder llevarse a cabo. Por ello fueron puestos en práctica métodos más sencillos e igualmente eficaces.

Para el caso de los forrajes destinados a los rumiantes se ha usado con éxito la técnica de digestibilidad in vitro desarrollada por Tilley y Terry (1963). Además otra técnica que viene a ser una combinación de las dos anteriores, es decir, de las técnicas in vivo e in vitro es la técnica in situ o de la bolsa --- nylon, que ha evolucionado a partir de la bolsa de fibra de --- Quinn et al., (1938).

La comparación del presente trabajo de las técnicas de --- digestibilidad in situ e in vitro se llevaron a cabo utilizando materiales propios de la región como son el bagazo derivado de la caña de azúcar, el rastrojo de la planta de maíz y la cerdaza que son las heces del cerdo, las cuales se mezclaron en diferentes proporciones.

Debido a la competencia de alimentos (principalmente cereales y oleaginosas) entre animales y humanos se pretende encontrar una proporción adecuada de cerdaza como fuente proteica y los esquilmos como fuente energética ya que la presencia de estos ocurre cuando la ganadería lo necesita, es decir, cuando hay escases de forraje por la sequía, además de ser una alternativa por su bajo costo y disponibilidad.

1.1. Objetivo

El objetivo del presente trabajo fué la comparación de - las técnicas de digestibilidad in situ o de la bolsa nylon e --- in vitro de la materia seca del rastrojo de maíz y bagazo de --- caña con diferentes niveles de cerdaza.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Técnica de digestibilidad in situ de la bolsa nylon o dacrón.

Esta técnica mide la calidad nutritiva de los forrajes mediante su digestibilidad a nivel ruminal. La muestra se coloca en pequeñas bolsas de nylon o dacrón que contienen el forraje -- por evaluar, las cuales se suspenden en el rumen de animales --- fistulados con cánulas permanentes. La desaparición de la materia se interpreta como materia digestible.

El uso de la bolsa de nylon para la evaluación de forrajes se desarrollo hace aproximadamente 48 años (Quinn et al., 1938). Desde entonces se le han hecho diferentes modificaciones con el objeto de disminuir algunos factores que la limitan: tamaño de la partícula del forraje (Harris, 1962; Rodríguez, 1968; Figroid et al., 1972), el periodo de incubación (Harris, 1967; Rodríguez 1968), variaciones entre animales (Rodríguez, 1968; Figroid et al., 1972), tamaño de la muestra (Van Dyne, 1962; Rodríguez, --- 1968; Figroid et al., 1972; Mehrez y Ørskov, 1977), interacción del tamaño de la bolsa con el tamaño de la muestra (Rodríguez, - 1968; Mehrez y Ørskov, 1977), la porosidad de la tela usada para las bolsas y la manera de hacerlas. Se han mencionado también el peso del lastre para mantener las bolsas dentro del rumen (Van - Dyne, 1962; Rodríguez, 1968), el lugar en que se colocan dentro del rumen (Figroid et al., 1972).

2.1.1. Factores de variación de la técnica de la bolsa nylon.

2.1.1.1. Animales experimentales.

Los animales que van a usarse (novillos, borregos o cabras) deberán estar sanos y tener fistulas ruminales con cánulas permanentes, las cuales deberán de revisarse con frecuencia para asegurarse de que están bien colocadas, que la tapa -- funcione bien, de que no hay escurrimientos, etc.

Al seleccionar una determinada especie animal para llevar a cabo la prueba es necesario tener en cuenta que hay variaciones en la respuesta digestiva entre especies animales consumiendo el mismo forraje. Van Dyne y Weir (1966) encontraron que bovinos - consumiendo alfalfa digirieron menos celulosa que los ovinos.

2.1.1.2. Procesado y tamaño de la muestra.

El alimento deberá secarse a no más de 50°C en estufa de aire forzado para evitar la formación de complejos por reacciones de oxidación no enzimática (Goering y Van Soest, 1975 Yu, 1977). El molido del forraje deberá de hacerse en molino de cuchillas tipo Willey utilizando cribas adecuadas; Harris et al. (1967) sugiere cribas de 2 mm mientras que Neathery (1968) sugiere 1 mm, Figroid et al. (1972) encontraron que el tamaño de partícula de 0.6-0.8 mm como el más adecuado para granos. Rodríguez (1968) encontró que de 0.42-0.48 mm no había diferencias.

El tamaño de la muestra sugerido es de 10 g (Figroid et al. 1972); Mehrez y Ørskov (1977) usaron 4.3 g de materia seca, --- Rodríguez (1968) usó 5 g de materia seca; Van Dyne (1962) probó

muestras de 2-10 g de materia seca. Este autor encontró que la digestión de la celulosa en la bolsa nylon estaba inversamente relacionada al tamaño de la muestra.

2.1.1.3. Material y tamaño de las bolsas.

Hoflund et al. en 1948 utilizaron bolsas de seda con aparente buen éxito; sin embargo el desarrollo de nuevas fibras textiles y el costo de la seda obligaron a considerar otros materiales, como el nylon o el dacrón. La porosidad de la tela es un factor importante en el éxito de la prueba. Rodríguez --- (1968) probó 1980, 2303 y 2550 perforaciones por cm^2 dependiendo la diferencia del grosor del hilo y no del tamaño de la perforación; Neathery (1968) usó nylon para paracaídas con aproximadamente 72x136 hilos/6.45 cm^2 ; Van Dyne (1962) usó también nylon para paracaídas con aproximadamente 120 hilos/pulg²; Mehrez y -- Ørskov (1977) usaron tela para paracaídas con 1936 perforaciones por cm^2 con un diámetro del hilo de la tela de 180 milimicras y una área de apertura de 2,250 milimicras cuadradas; Figroid et al. (1972) emplearon nylon común y corriente sin medir las perforaciones y tela para paracaídas con 40 hilos/ cm^2 , obteniendo --- buenos resultados con el de paracaídas.

El tamaño de las bolsas deberá de estar de acuerdo al tamaño de las muestras que se van a tomar, al número de bolsas que se suspenderán, lo cual dependerá de la especie animal que se -- utilice. En novillos, Van Dyne (1962) ha puesto hasta 25 bolsas de 10x5 cm.

2.1.1.4. Tiempo de incubación.

El tiempo de incubación de las bolsas está --- relacionado con la composición y tamaño de la muestra. Neathery (1968) estudió 24, 48, 72 y 96 horas y encontró que la incuba--- ción de la muestra por 72 horas se relacionaba bien con los nu--- trientes digestibles totales (NDT) calculados. Van Dyne (1962) - comparó 24, 36, 48, 60 y 72 horas de incubación de la muestra y encontró que la digestión de la celulosa de los forrajes está - directamente relacionada con el tiempo de fermentación. Con bo--- rregos se obtenía un máximo de digestión a las 60 horas de incu- bación y con novillos desde las 24 horas ya no hubo cambio signi- ficativo. Harris et al. (1967) recomienda 48 horas de incubación

2.2. Técnica de digestibilidad in vitro.

Algunos autores se refieren a las técnicas in vitro -- como rumen artificial. Este nombre se considera inapropiado ya - que no se están repitiendo las condiciones totales del rumen y - solo se imitan algunos aspectos de la fermentación ruminal. En - base a esto, se utiliza el nombre in vitro para describir la -- prueba que se realiza incubando a 39° ó 40°C el alimento por --- evaluar en tubos o matraces con líquido ruminal de animales ali- mentados con dietas adecuadas. La digestibilidad del alimento se mide como la diferencia entre la materia seca del forraje antes y después de la incubación.

2.2.1. Factores de variación de la técnica in vitro.

Se han publicado diversas modificaciones a la -- técnica in vitro con objeto de disminuir los factores que la ---

hacen variable, algunas de ellas citadas anteriormente en la -- técnica de digestibilidad in situ o de la bolsa nylon como son -- modificaciones en el secado del forraje, en el tipo de fistula -- practicada al animal donador, en el tipo de dieta y en la espe-- cie animal utilizada. Otros factores de variación son los si---- guientes:

2.2.1.1. Material de los tubos de incubación.

El material de los tubos en que se lleva a cabo la fermentación. Moore y Mott (1975) encontraron que el polietileno da mejores resultados que el policarbonato.

2.2.1.2. Embebimiento del material.

Algunos forrajes no se humedecen con facilidad, por lo que flotan sobre el líquido ruminal. Minson y McLeod --- (1972) y Moore y Mott (1975) resolvieron este problema aplicando vacío a los tubos.

2.2.1.3. Obtención y manejo del líquido ruminal.

Para la obtención del líquido ruminal se usan -- sondas esofágicas que se introducen hasta el rumen y se succio-- nan o en caso de contar con animales provistos de cánulas en el rumen simplemente se toma el contenido ruminal directamente, se pone sobre una capa de gasa y se exprime. El líquido debe usarse inmediatamente, si no es así, hay que conservarlo a 39°C colocan-- dolo en una botella aislada para transportarlo al laboratorio -- donde se filtra por varias capas de gasa. Barnes y Lynch (1969); Minson y McLeod (1972); Cowlshaw y Unsworth (1976); lo exprimen a través de 4 capas de gasa dentro del matraz precalentado; ---

Alexander y McGowan (1966) filtran por gasa y le burbujan CO_2 .

2.2.1.4. Composición y pH de la solución buffer.

La composición y pH óptimo de la solución buffer empleada ha sido estudiado por Moore et al. (1962); Johnson ---- (1969); Minson y McLeod (1972), quienes encontraron que 6.8 es - el óptimo para las bacterias amilolíticas. El rango en general - es de 6.7 a 7.0. La composición del buffer en general consiste - de fosfato de sodio y potasio. La solución buffer de McDougall - (1949) es usada por varios autores.

2.2.1.5. Incubación.

La incubación puede llevarse a cabo en estufa o en un baño maría. El tiempo de incubación de la muestra es varia ble. Tilley y Terry (1963) sugieren 48 horas para cada etapa, lo mismo Minson y McLeod (1972).

2.2.1.6. Tamaño de la partícula.

El molido del forraje como en la técnica de la - bolsa nylon es un factor importante a considerar. Forrajes moli- dos a través de cribas de 0.6 mm son sugeridas por Larsen y --- Jones (1973). Minson y McLeod (1972); Goering y Van Soest (1975) y Cowlshaw y Unsworth (1976) determinaron el molido por cribas de 1 mm como adecuado.

2.2.1.7. Peso de la muestra.

El peso de la muestra que se sugiere para la -- prueba está entre 0.25 y 0.5 g (Barnes y Lynch, 1969; Minson y - McLeod, 1972; Goering y Van Soest, 1975). Un incremento en el -- tamaño de la muestra deprime la digestibilidad (Minson y McLeod, 1972).

2.2.1.8. Colección de residuo.

El método que se ha reportado para coleccionar el residuo después de cada etapa de digestión es variable, Minson y McLeod (1972) centrifugan después de la primera etapa.

2.3. Digestibilidad in vivo.

Según McDonald (1975) la digestibilidad de un alimento, es la proporción del mismo que no se excretó en las heces y por lo tanto se supone que fué absorbido. La digestibilidad por el método in vivo, se calcula mediante un ensayo de digestión donde se supone son registrados todos los nutrientes consumidos y las cantidades que expulsan de ellos en el total de heces producidas y la diferencia entre ambos datos es lo que se supone fué aprovechado por el animal, por lo tanto estos datos se expresan en terminos de digestibilidad aparente. Existen diferentes métodos para medir la digestibilidad in vivo y en general los más utilizados son el de los indicadores y el de las jaulas metabólicas, (Maynard y Loosli, 1975). Un indicador ideal debe de ser insoluble, indigestible, capaz de atravesar todo el tracto digestivo a la misma velocidad que el alimento ingerido, no tener efectos farmacológicos indeseables sobre la mucosa digestiva y capaz de permitir la realización de analisis químicos sobre el, como es difícil encontrar un indicador con todas las características -- antes mencionadas existen otras desventajas en el uso de indicadores como es la falta de uniformidad en la excreción de heces, provocando según el caso una recuperación más alta o más baja, lo cual repercute directamente sobre el valor de la digestibili-

dad, (Church, 1974). En relación a los indicadores Balch (1966) trabajando con óxido crómico, concluyeron que este era un método efectivo en los niveles de consumo y variedad de raciones. Otro método de determinación es mediante la recolección de heces por el método de la bolsa o con la utilización de jaulas metabólicas (Boado, 1972).

2.4. Digestibilidad in vivo vs. in vitro.

El establecimiento de líneas de correlación entre la digestibilidad in vivo e in vitro es uno de los aspectos que deben de ser cuidadosamente estudiados en cada laboratorio, debido a que las pruebas in vitro involucran diferentes factores de variación, como ya se ha mencionado. De manera que no es posible usar líneas de regresión de otro laboratorio aunque se usen las mismas técnicas de análisis y cada experimentador debe de comparar sus resultados in vitro con pruebas en animales para establecer sus propias líneas de regresión para cada forraje. Van Dyne y Weir (1964) indican que la técnica de la bolsa nylon es más exacta, pero más variable que la prueba in vitro para evaluar digestibilidad de forrajes.

2.5. Rastrojo de maíz.

2.5.1. Composición química.

La composición química del rastrojo de maíz según las tablas de alimentación del NRC se muestra en el cuadro 1.

2.5.2. Producción nacional de rastrojo de maíz.

México es un país maicero por tradición además de ser el maíz un alimento que se encuentra en sus más variadas formas

CUADRO:1

COMPOSICION QUIMICA DEL RASTROJO DE MAIZ SEGUN LAS -
TABLAS DE ALIMENTACION DEL NRC.

Materia seca	87.20	%
ED (G. lechero en crec.)	2.60	Mcal/kg
EM (")	2.12	Mcal/kg
ENm(")	1.21	Mcal/kg
ENap(")	0.55	Mcal/kg
EN (Vacas lactantes)	1.21	Mcal/kg
TND	59.00	%
Proteínas	5.90	%
Proteínas digestibles	2.20	%
Fibras crudas	37.10	%
Calcio	0.49	%
Fósforo	0.09	%

sobre las mesas de los comensales.

Además el maíz ocupa el primer lugar por su preferencia con respecto a otros cereales para la producción animal, aunque al verse disminuida su producción se convierte en una especie de competencia entre humanos y animales.

El rastrojo es la planta del maíz, actualmente la producción de maíz en nuestro país según la Secretaría de Programación y Presupuesto (1986) es de 13'061,208 toneladas anuales con lo cual podemos estimar una producción media de rastrojo en unas 2 ton/tonelada de maíz lo cual nos vendría a dar un total de:

26'122,416 toneladas de rastrojo que multiplicadas por 87.2% que es el porcentaje de materia seca del mismo nos da: 22'778,746.75 toneladas de Materia Seca las cuales cubren totalmente las necesidades de la población bovina de México estimada en 40'123,100 cabezas (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1986) durante 75 días con un peso promedio de 250 kg.

2.5.3. Alternativa como suplemento alimenticio.

Como se ha visto el maíz es un producto reflejado de la idiosincracia del mexicano, por lo que va a permanecer en él por muchas generaciones, por lo que la disponibilidad de este cultivo y sus subproductos como el rastrojo de maíz lo hacen una fuente importante para la suplementación animal en aquellas zonas donde escasea el forraje en épocas de estiaje.

2.6. Bagazo de caña de azúcar.

2.6.1. Composición química.

La composición química de la muestra del bagazo de caña utilizada y del bagazo en general presenta un alto contenido de fibra y de extracto no nitrogenado, además de un alto contenido de lignocelulosa, en el punto correspondiente a materiales utilizados se especificará mejor.

2.6.2. Producción nacional de bagazo de caña.

La producción de caña de azúcar en nuestro país según - la Secretaría de Programación y Presupuesto (1986) es la siguiente:

34'109,065 toneladas de caña que multiplicadas por un 11% - que es el porcentaje de bagazo que se extrae de la caña obtenemos un total de 3'751,997.15 toneladas de bagazo de caña anual en todo el país.

2.6.3. Alternativa como suplemento alimenticio.

Dado que la zafra de la caña de azúcar coincide con la época de sequía, sus subproductos representan una alternativa - para la solución de este problema. El destino más común de estos materiales es como combustible, práctica ineficiente que además ocasiona problemas de contaminación. El bagazo una vez desmedulado, también se puede emplear para la fabricación de tablas duras celulosa y papel.

Así pues, para los países productores de caña de azúcar, -- esta clase de sistemas de producción animal basado en melazas y residuos agrícolas ofrece una alternativa importante para la ---

substitución parcial de granos de cereales en la producción de cerdos y rumiantes, por su disponibilidad y costo los hace más atractivos.

Durante la época de secas se puede utilizar como alimento para mantener el ritmo de crecimiento de animales que en otra forma podrían bajar de peso o incluso sucumbir por falta de forraje, resolviéndose además el problema que representa la eliminación de los subproductos. Obviamente el empleo de bagazo por sus características de densidad y problemas de transportación será más eficiente en las zonas aledañas a los ingenios azucareros.

El bagazo es de baja densidad tanto física como energética y su elevado contenido de lignocelulosa se traduce en baja digestibilidad del producto (Rodríguez, 1978; citado por Llamas et al., 1979).

Para obtener una mejor respuesta animal con este subproducto tiene que ser sometido a algún procesamiento físico, químico o fisicoquímico para incrementar su valor nutritivo (Martin et al 1977; citado por Molina, 1984).

2.7. Cerdaza (heces del cerdo).

La disposición del estiércol del cerdo representa un problema grande, especialmente al productor que utiliza un sistema total de confinamiento. La tendencia hacia la producción de cerdos en confinamiento, ha dado como resultado una producción más eficiente, pero también a la vez, ha agravado el problema de disposición de los desechos, desechos que presentan un doble

problema: la contaminación por olores y la disposición de la --- materia orgánica. La cada vez mayor contaminación de las corrientes pluviales, impide que los residuos orgánicos sean eliminados por estos medios.

En realidad, el estiércol de cerdo no debe considerarse -- como un desecho, sino más bien como un recurso que debemos de -- aprender a usar económica y eficientemente.

El alarmante aumento en la población mundial y la demanda - de productos de origen animal, hacen necesario el empleo de --- elementos poco utilizados hasta la fecha en la alimentación de - los animales. Tal es el caso de los distintos estiércoles (gallinaza, cerdaza, etc.) que reúnen las características químicas -- suficientes para considerarlos como componentes normales de las dietas.

2.7.1. Composición química.

La composición química de la cerdaza, especialmente el alto contenido de nitrógeno, nos sugiere una alternativa para -- canalizarla en la alimentación de los rumiantes. Pearce (1975) - citado por Berger et al., (1981) sustituyó cerdaza seca en dietas de vacunos y determinó la digestibilidad de la proteína cruda de la cerdaza en 31% y la digestibilidad de la materia seca - en 29%.

La cerdaza deshidratada usualmente contiene según análisis hechos por Orr et al., (1971) citado por Bhattacharya y Taylor:

22% proteína cruda, 1% K, 0.26% Na, 2.5% Ca, 1.6% P, 800 -- ppm Mg, 455 ppm Fe, 509 ppm Zn, 177 ppm Mn, 455 ppm Cu.

2.7.2. Producción nacional de cerdaza.

La producción animal, es generalmente un proceso de --- conversión ineficiente, porque en sus residuos existen cantidades significativas de energía y proteínas (heces y orina) además del calor de mantenimiento, que no es usado para trabajo biosintético. Según Williams et al., (1979) citado por Viniegra y Monroy nos dice que un balance de energía hecho en una granja lechera de E.U.A. que contiene 100 vacas. Cerca del 84% del total de la energía suministrada se pierde, un 46% en el mantenimiento de los animales y 38% en la excreta y solamente un 12% de la energía inicial es aprovechada en la producción de leche y para la producción de carne solo el 1%. La proteína en los desechos animales varía del 15 al 40% de la consumida de acuerdo a la digestibilidad y asimilación del alimento. El nivel actual del nitrógeno en las heces es generalmente del 2 al 5% de los sólidos --- excretados.

Para ver la cantidad de nitrógeno que se está desperdiciando vemos que la población porcina nacional es de 21'609,200 cerdos (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1986) los cuales nos dan un promedio de 1 kg de cerdaza (M.S.)/cerdo de 100 kg, por lo tanto el volumen de cerdaza es igual a 21'609,200 kg diarios que multiplicándolos por 5% (contenido N) esto es --- igual a 1'080,460 kg de N/día.

Por otro lado, la proteína de la cerdaza que anda en un 20% promedio aproximado multiplicado por 21'609,200 kg/día es igual a 4'321,840 kg de proteína diaria la que se está desperdiciando al no reciclar este producto secundario.

2.7.3. Valor alimenticio.

Las digestibilidades aparentes de la cerdaza seca calculadas por diferencia según Bhattacharya y Taylor (1975) fueron de 50% para la materia seca, 51% para la materia orgánica, 22% para la fibra ácido detergente y 23% nitrógeno, para borregos con una dieta adecuada con un nivel de 30%. El valor de TND de la cerdaza seca fué estimado en 45% para borregos.

Ha sido reportado que el promedio de ganancia diaria y la eficiencia alimenticia de los cerdos alimentados con una ración de engorda con un 15% de cerdaza seca fué similar a la llevada a cabo con animales alimentados con una ración típica compuesta -- por maíz y soya (Diggs et al., 1965; citado por Bhattacharya, -- 1975). Orr et al., (1971) citado por el mismo reportó bajas en la finalización de cerdos como resultado del uso de cerdaza seca para reemplazar 1/3 de la proteína de una dieta de maíz y soya -- que contenía un 13% de proteína cruda.

Según Diggs et al. (1965) citado por Ochoa señala que la -- cerdaza al ser añadida a niveles de 15 y 30% de la dieta en cerdos en finalización en sustitución de parte de maíz y parte de -- harina de soya, incrementó rápidamente las ganancias de peso, -- con un consumo de alimento similar al de la ración testigo.

En la alimentación de borregos, Ochoa (1972) notificó que -- es posible proporcionar hasta 0.5 kg de cerdaza a borregas adultas y en crecimiento, sin afectar la salud de las primeras ni la ganancia de peso en las últimas; la calidad de la lana tampoco -- se afectó. A juzgar por las ganancias de peso obtenidas por los

borregos, así como el consumo de alimento, eficiencia alimenticia y costo por kg de ganancia, se recomienda el nivel de 30% de residuos orgánicos en la composición de raciones para los ovinos en crecimiento.

Overhults et al. (1978) citado por Naugle, encontraron que ensilando la cerdaza con una típica mezcla para alimentar cerdos disminuyó la cantidad de la ración compuesta por maíz y soya --- requerida para finalizar un cerdo, pero disminuyó el rango de -- ganancia.

2.7.4. Cerdaza ensilada.

El ensilaje involucra un proceso mediante el cual las - bacterias ácido-lácticas utilizan los carbohidratos hidrosolu--- bles para obtener energía y así producir el ácido láctico y --- otros ácidos, lo que ocasiona una baja en el pH de la mezcla. -- Este proceso restringe el crecimiento de microorganismos indesea**u** bles o dañinos, mientras que promueve el crecimiento de las bac**u** terias ácido-lácticas. El crecimiento bacterial y la producción de ácido continua hasta que se acaban los carbohidratos hidro--- solubles o cuando el pH es inhibitorio (Barnett, 1954; citado por Naugle et al.). Las bacterias ácido-lácticas han demostrado ser principalmente lactobacilos y estreptococos. Los lactobacilos -- son los primeros en predominar cuando inicia el ensilado ya que los estreptococos son menos tolerantes al ácido (Knight et al., 1977; citado por Naugle et al.). Ambos géneros bacterianos general**u** mente se encuentran presentes en la cerdaza (Thanh, 1974; ci**u** tado por Naugle et al.). Adicionalmente un pH bajo (4.2) pare**u**

ce controlar la putrefacción ocasionada por clostridium y otros organismos productores de ácido butírico, lo cual puede ocurrir después de un periodo de 2 semanas bajo condiciones húmedas. -- Estos organismos atacan tanto a los carbohidratos hidrosolubles residuales como al ácido láctico ya formado, y en casos extremos atacan aminoácidos (Barnett, 1954; citado por Naugle et al.). -- Puede ocurrir una cierta cantidad de putrefacción en ensilajes -- los cuales presentan un aparente pH bajo y satisfactorio. La --- explicación probable, sacada de experimentos de silos a nivel -- laboratorio, 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 ser inhibidos. Por lo tanto, el rango de la baja del pH, es una característica importante para la conservación -- (Whittenbury et al., 1967; citado por Naugle et al.).

Existe un temor tocante a los peligros potenciales de salud debido a los organismos patógenos de la cerdaza, por lo que --- generalmente es aceptada por la comunidad científica, que los de sechos animales, deberían de ser procesados antes de su uso como alimentación animal. Los altos costos de deshidratación de la -- cerdaza, han hecho que el sistema fermentativo sea una alternativa atractiva. El ensilaje, ha surgido como el proceso más efectivo, eficiente, barato y simple para convertir el estiércol de -- cerdo en un aceptable alimento animal.

El estiércol animal cuando se ha conservado por medio del - ensilado de este y un forraje o un grano, ha sido usado con gran éxito como un alimento palatable para ruminantes (Anthony, 1970;

Harmon et al., 1972 y 1975; Caswell et al., 1974; Cooper et al., 1974. Citados por Bhattacharya y Taylor, 1975).

Trabajos hechos de silos a nivel laboratorio tanto con heno como con grano nos muestran los resultados siguientes:

Después de una fermentación mínima de 42 días los silos fueron pesados y abiertos y se evaluó su apariencia y olor.

Estudio del silo conteniendo cerdaza y paja del pasto Orchard: Las mezclas ensiladas 30:70, 40:60, 50:50 y 60:40 tuvieron un aroma agradable y una apariencia similar a la de un ensilaje de buena calidad, mientras que las mezclas que contenían -- más de un 60% de cerdaza fueron sacadas casi como se metieron, -- tan solo un poquito menos fuerte el olor con relación al día de la ensilada.

A medida que la proporción de cerdaza disminuía en las mezclas, los porcentajes de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas disminuyeron en forma lineal ($P < 0.01$).

Los ácidos grasos volátiles (AGV) producidos en mayor cantidad fueron el acético, el propiónico y el butírico. Solo se -- encontraron trazas del ac. isobutírico, isovalérico y valérico.

El total de los AGV expresados como un porcentaje de la -- materia seca, disminuyeron en forma lineal ($P < 0.01$), conforme a la disminución de las cantidades de cerdaza en las mezclas.

En el estudio del otro silo conteniendo cerdaza y grano de maíz: Las mezclas que contenían 70% o más de cerdaza parecían -- una masa y eran difíciles de manejar antes y después de ensiladas. Las mezclas que contenían 60% o más cerdaza tuvieron un ---

olor muy desagradable y ofensivo antes y después de ensiladas.

Las mezclas ensiladas que contenían un 50% o menos de cerdaza eran fáciles de manejar y tenían un tipo de aroma acético.

La materia seca, el N proteico y el NFE se incrementó en forma lineal ($P < 0.01$) conforme a las disminuciones de las cantidades de cerdaza en las mezclas. La proteína cruda, el extracto etéreo, la fibra cruda y las cenizas todas ellas disminuyeron en forma lineal ($P < 0.01$) con la disminución de las cantidades de cerdaza.

El ácido láctico contenido tuvo una tendencia a disminuir al disminuir las proporciones de cerdaza en la mezcla. El valor del pH para todas las muestras ensiladas fué de 4.4 o menos. Las concentraciones de ácido láctico indicaron que ocurrió un buen ensilado (Berger et al., 1981).

2.7.4.1. Organismos patógenos.

No se han reportado serios problemas de salud por la alimentación con cerdaza. La Drug and Food Administration no ha sancionado la alimentación con estiercoles (Kirk, 1967; Taylor, 1971. Citados por Berger et al., 1981).

No se han reportado problemas sanitarios serios por la alimentación de la cerdaza, pero existe cierta aprensión por los patógenos que existen en forma potencial en el estiercol. Trabajos anteriores realizados con pollinaza (Caswell et al., 1977; citado por Berger et al., 1981) han mostrado que el ensilaje es efectivo en la destrucción de ciertos organismos patógenos. Esto

con un alto contenido de humedad o agregandole agua a la polli--
naza con grano de maíz.

En el silo a nivel laboratorio se observó el siguiente com--
portamiento de los microorganismos: Inicialmente el número total
de bacterias y de coliformes disminufan a medida que se disminui
an las cantidades de cerdaza en las mezclas. Después al ensilar
las mezclas disminuyó el número total de bacterias, mientras que
el número total de coliformes fueron destruidas en gran parte y
los coliformes fecales fueron destruidos totalmente (Berger et -
al., 1981).

La característica más importante usada para evaluar el exi--
to de un proceso de ensilado es la concentración de iones hidró--
geno o pH. Un pH bajo parece ser el factor más estrechamente --
asociado con la muerte de tales organismos dañinos como pueden --
ser la Salmonellae y larvas de nemátodos (McCaskey y Anthony, --
1975; Ciorda y Anthony, 1969. Citados por Naugle et al.).

2.7.4.2. Conservación y pH.

Como se ha visto el ensilaje es fundamental para
la conservación de la cerdaza, pero el pH como es afectado en --
este proceso; Naugle et al., 1979 nos dicen lo siguiente:

a) El porcentaje de cerdaza incluido en la ración afectó en
forma significativa la baja total del pH, rango de la bajada de
pH y el pH mínimo.

b) El contenido de húmedad afectó significativamente la ---
baja total del pH y el rango de la bajada del pH.

c) La temperatura del ensilado afectó significativamente el
rango en la bajada del pH.

d) El pH inicial afectó significativamente la baja total en el pH y el pH mínimo.

e) El análisis del proceso del ensilado es complicado por el factor de que los carbohidratos están siendo solubilizados -- durante el proceso del ensilado.

2.7.5. Riesgos para la salud.

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 (USDA, -- 1957; Schwade, 1964. Citados por Bhattacharya y Taylor, 1975).

Existen circunstancias en que los animales son portadores - asintomáticos de ciertos organismos que pueden infectar y causar enfermedad en otras especies (Adler et al., 1953. Citado por --- Bhattacharya y Taylor, 1975).

Entre los patógenos comunicables a los humanos es bien conocido que el antrax, brucelosis, leptospirosis y tuberculosis bovina son enfermedades del ganado vacuno que pueden ser transmitidas a los humanos por el manejo del estiércol. En el periodo de 1966 a 1970, el 15% de la leptospirosis humana era originaria de los vacunos y porcinos (USDHEW, 1971; citado por Bhattacharya y Taylor, 1975).

El riesgo que involucra el estiércol animal como un vehi--- culo para esparcir enfermedades animales puede ser nulificado -- mediante el procesamiento del estiércol para alcanzar los estándares microbianos establecidos por la Food and Drug Administra--

tion para la mayoría de la alimentación humana y alimentación -- animal.

2.7.6. Inmunidad.

Fleming (1980) nos comenta que en una granja que se alimentaba con sólidos de cerdaza recuperados y una mezcla de soya, vitaminas y minerales, comenzó la población porcícola a presen--tar inmunidad ante los problemas que tenían en la granja como: - temperaturas y picazón en los lechones, además se incrementó hasta 90% las concepciones, lo cual nunca antes se había llegado a tal porcentaje, además el peso de los lechones al nacimiento se vió favorecido; todo ello lo explica de la siguiente manera:

Al alimentar a esos cerdos con la cerdaza, los están vacu--nando al mismo tiempo, los están re-inoculando; explica que en estas salas de maternidad modernas, los cerdos no crean un alto nivel de inmunidad, no como el que formaban cuando se encontra--ban en corrales de tierra. Y el tratamiento para muchas enfermedades ha sido el tipo de vacunas orales.

2.7.7. Residuos de drogas en la cerdaza.

El impacto de los antihelminticos, antibióticos, arsenicales, cobre, nitrofuranos y sulfanamidas las cuales han sido -- excretadas en las heces y orina del cerdo como resultado de su - inclusión en el alimento, deberán de ser evaluadas en forma más concisa antes de que la cerdaza sea considerada como una fuente de alimento. Existe muy poca información disponible que indica - la presencia o ausencia de dichas drogas o sus metabolitos en la

cerdaza y aún más la presencia de residuos en los tejidos de vacunos alimentados con dicha cerdaza.

El ácido arsenilico usado como un aditivo alimenticio en un nivel de 45 a 90 ppm en una dieta para alta producción en cerdos es excretado en las heces (Overby y Frost, 1960; citado por Bhattacharya y Taylor, 1975). Ellos mismos reportaron que un cerdo que recibe un nivel de ácido arsenilico de 66 mg/kg de alimento excretó 12.2 mg de arsénico en las heces y 2.2 mg en la orina -- diariamente.

El cobre (como sulfato de cobre, óxido de cobre, cloruro de cobre, etc.) en niveles de 50 a 375 ppm en alimento para cerdos ha mostrado una ganancia y eficiencia alimenticia (Wallace, 1967 citado por Bhattacharya y Taylor, 1975). Tal parece que de un 5 a un 10% del cobre dietado es absorbido y retenido en el cuerpo. Una porción de cobre absorbido es excretado vía la bilis en las heces (Underwood, 1962; citado por Bhattacharya y Taylor, 1975) y la cantidad promedio de cobre en las heces es de aproximadamente de 350 mg por día para los cerdos con dietas altas en cobre. La suplementación con un nivel alto de cobre en raciones para -- cerdos se ha mantenido a la expectativa por la resolución pendiente de los efectos ecológicos de tal acción. Los antibióticos tales como la penicilina y las tetraciclinas usados en las raciones para los cerdos son excretados en su mayoría por la vía de -- la orina. Las hormonas y las larvicidas no son usadas en raciones porcinas.

2.7.8. Sistema para la recuperación de la cerdaza.

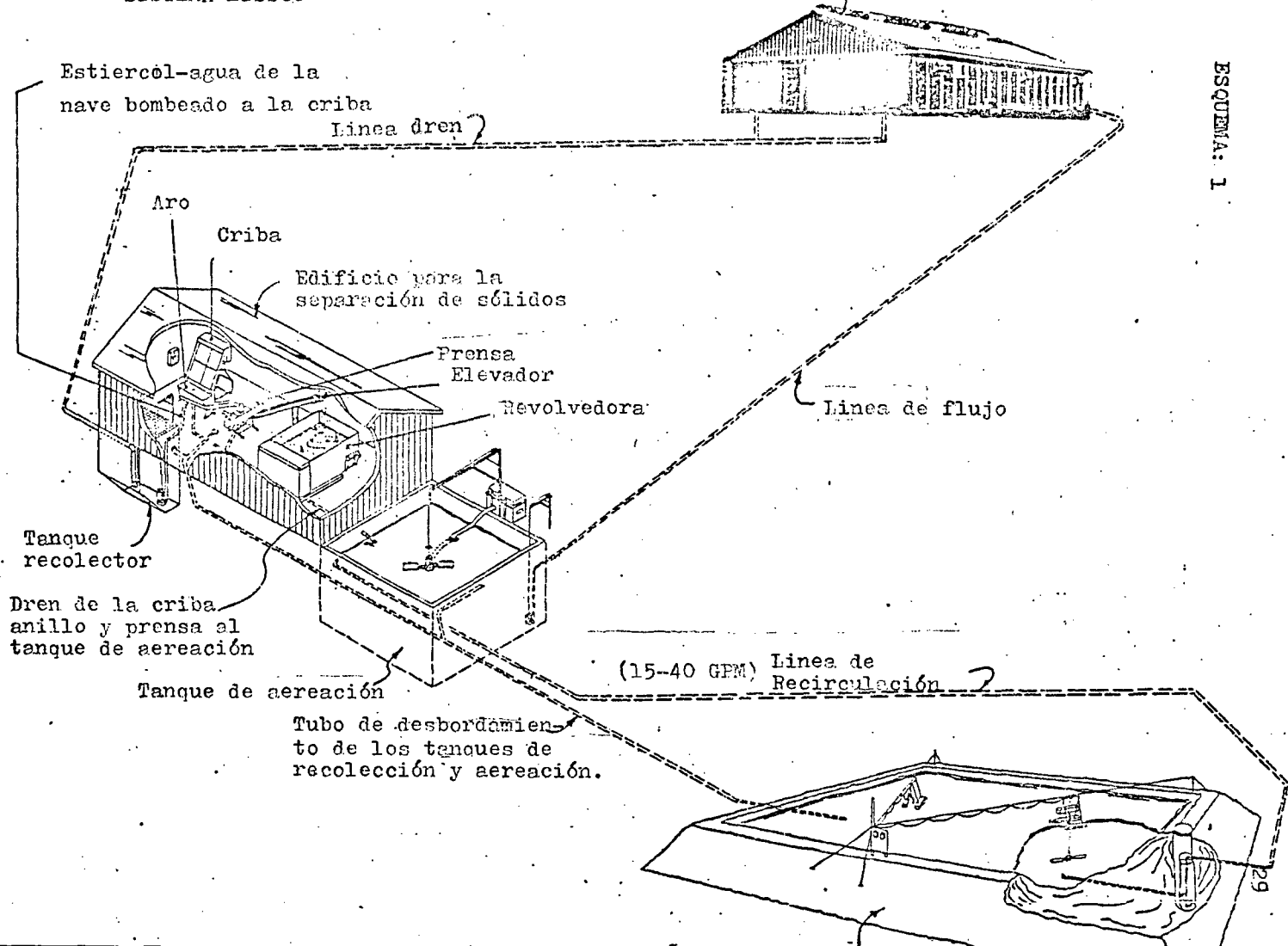
Una empresa norteamericana "Lissco" especializada en el tratamiento de desperdicios (heces) nos explica su sistema:

Se utiliza un sistema de drenes para toda la explotación -- porcina, incluyendo salas de maternidad y los pisos de los cerdos en finalización.

Al hacer fluir esos drenes con una corriente de agua, el líquido va a dar a un tanque de concreto el cual posee una bomba de este tanque (depósito) la bomba de un caballo de fuerza, bombea el líquido y lentamente lo deposita sobre una criba especial para la separación de los sólidos. Esta criba nos comenta Fleming (1980) fué diseñada por Gerald Frankl, el cual explica más al respecto: La mayoría de los sistemas utilizados para la separación de las heces utilizan la vibración para separar sólidos de líquidos. Lo cual en el caso de la cerdaza eso no funciona ya que generalmente la cerdaza esta compuesta por granos muy finos que son facilmente tamizados por la vibración.

Así Frankl encontró que con una criba fija las partículas grandes podían ser atrapadas y en consecuencia estas servían -- como un filtro para atraer y atrapar las partículas pequeñas. -- Lo cual es importante ya que esas partículas pequeñas poseen --- gran parte de los nutrientes por recuperar.

Así que mientras los sólidos se van quedando en la criba, -- van aumentando el volumen de estos en la criba (Esquema 1), enseguida son empujados hacia un lado con la ayuda de un brazo y un cepillo hasta un punto de recolección. Este punto cuenta con una



prensa donde estos sólidos son exprimidos para sacarles la humedad restante.

El resultado es que un 80% de los sólidos que fluyeron por los drenes son recuperados. El material que se obtiene de la criba tiene un aspecto esponjoso y contiene de un 60 a 75% de humedad. Tiene un parecido a un ensilaje cortado super fino.

El líquido que pasa a través de la criba va a dar a una laguna, donde un ventilador ayuda a mantenerla aerada. Frankl señala que ya que han sido removidos los sólidos, la aeración no es tan difícil por lo que con un ventilador de 2.5 HP se hace el trabajo.

La aeración es una parte vital en el programa de reciclamiento. Ya que rompe los sólidos, elimina la mayoría del olor, destruye bacterias perjudiciales y hace de la cerdaza reciclada un producto más palatable.

El líquido de la laguna aerada es utilizado nuevamente en el sistema de drenaje. Se utilizó una laguna ya existente para su sistema, pero Frankl dice que es enteramente posible utilizar un tanque de concreto como area de retención para una unidad similar. Frankl enfatiza que la remoción de sólidos y aeración son dos operaciones interrelacionadas. Una no trabaja bien sin la otra.

2.7.8.1. Manejo de las heces.

La calidad del estiercol está determinada primeramente por la especie animal, edad, alimentación, tipo de cama y manejo de la materia. El mal manejo del estiercol conduce a -- fuertes pérdidas de nitrógeno por volatilización, y de otros nutrientes por lavado. Las pérdidas aumentan por desecamiento, el viento, el pH alcalino y las altas temperaturas, por lo tanto un buen almacenamiento deberá considerar la compactación del material, circulación de la fracción líquida y protección contra el sol, el viento, la lluvia y el escurrimiento. Pueden incluso utilizarse aditivos minerales como superfosfato, roca fósforica, -- ácidos, etc., para estabilizar al nitrógeno y enriquecer la materia.

La variación más común de los excrementos se encuentra en el contenido de su proteína cruda. Una causa importante de esta variación es el tiempo de almacenamiento del excremento húmedo.

La pollinaza, el estiercol del ganado lechero y la cerdaza cuando se secaron, perdieron más del 25% de su nitrógeno, siendo la pollinaza la más afectada (Surbrook et al., 1971; citado por Bhattacharya y Taylor, 1975). La edad de los estiercoles a la -- hora del secado es muy importante ya que la pérdida del nitrógeno puede subir hasta un 60% del nitrógeno total si el secado es retardado (Couch, 1972; citado por Bhattacharya y Taylor).

El ensilar estiercoles animales con una fuente de carbohidratos hidrosolubles es una manera factible de almacenar parte -- del estiercol para usos de realimentación. Intenta incrementar --

el contenido de protefina mediante el proceso del ensilado (Rhodes y Orton, 1975; Weiner, 1977; citados por Naugle et al., --- 1979) pero no se incrementó en forma significativa el valor alimenticio.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento.

El presente estudio 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 norte de $20^{\circ}14'$ y una longitud oeste de $103^{\circ}20'$ a una altitud de 1,500 m s.n.m. con una temperatura de 30°C como máxima, una mínima de 5.5°C y una media de 18°C .

3.2. Materiales utilizados.

Se utilizó rastrojo de maíz del cual se muestra su composición química (cuadro 2), bagazo de caña con su composición química (cuadro 3) y cerdaza también con su composición química, además la composición química del concentrado de los cerdos como dato complementario (cuadro 4).

Para la técnica de digestibilidad in vitro se utilizó el material citado por Tilley y Terry (1963); mientras que para la técnica de digestibilidad in situ o de la bolsa nylon se utilizó nylon 100% con una porosidad de $40 \times 35 / \text{cm}^2$, hilo nylon para coser las bolsas e hilo nylon para la sujeción de las mismas, un poliducto semi-rígido para la sujeción de las bolsas dentro del rúmen y una balanza analítica.

3.3. Tratamientos estudiados.

Los tratamientos estudiados se presentan en el cuadro Núm.5

CUADRO: 2

COMPOSICION QUIMICA DE LA MUESTRA DE RASTROJO DE MAIZ

MATERIA SECA	95.0 %
CENIZAS	4.6 %
PROTEINAS CRUDAS	3.1 %
EXTRACTO ETereo	0.5 %
EXTRACTO NO NITROGENADO	49.6 %
FIBRAS CRUDAS	37.2 %

C.T.A.L.S. LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO ---
 TECNICO, ANALISIS DE FORRAJES. S.A.R.H.

CUADRO: 3

COMPOSICION QUIMICA DE LA MUESTRA DE BAGAZO DE CAÑA

MATERIA SECA	92.7 %
CENIZAS	3.6 %
PROTEINAS CRUDAS	1.8 %
EXTRACTO ETereo	0.3 %
EXTRACTO NO NITROGENADO	47.3 %
FIBRAS CRUDAS	39.7 %

C.T.A.L.S. LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO -
 TECNICO, ANALISIS DE FORRAJES. S.A.R.H.

CUADRO: 4

COMPOSICION QUIMICA DEL CONCENTRADO Y DE LA CERDAZA

	<u>CONCENTRADO</u>	<u>CERDAZA</u>
MATERIA SECA	89.2 %	97.9 %
CENIZAS	6.7 %	23.3 %
PROTEINAS CRUDAS	15.7 %	27.1 %
EXTRACTO ETereo	1.0 %	4.9 %
EXTRACTO NO NITROGENADO	64.8 %	37.2 %
FIBRAS CRUDAS	1.0 %	5.4 %

C.T.A.L.S. LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO --
TECNICO, ANALISIS DE TORRAJES. S.A.R.H.

CUADRO: 5.

ARREGLO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

	Nivel de Cerdaza (c) %	Fuentes de Forraje (b)	
		Bagazo de Caña (b ₁)	Rastrojo de maíz (b ₂)
Técnica de Digestibili- dad <u>in situ</u> (a ₁)	c ₁ = 0	a ₁ c ₁ b ₁ (t ₁)	a ₁ c ₁ b ₂ (t ₇)
	c ₂ =20	a ₁ c ₂ b ₁ (t ₂)	a ₁ c ₂ b ₂ (t ₈)
	c ₃ =40	a ₁ c ₃ b ₁ (t ₃)	a ₁ c ₃ b ₂ (t ₉)
	c ₄ =60	a ₁ c ₄ b ₁ (t ₄)	a ₁ c ₄ b ₂ (t ₁₀)
	c ₅ =80	a ₁ c ₅ b ₁ (t ₅)	a ₁ c ₅ b ₂ (t ₁₁)
	c ₆ =100	a ₁ c ₆ b ₁ (t ₆)	a ₁ c ₆ b ₂ (t ₁₂)
Técnica de Digestibili- dad <u>in vitro</u> (a ₂)	c ₁ = 0	a ₂ c ₁ b ₁ (t ₁₃)	a ₂ c ₁ b ₂ (t ₁₉)
	c ₂ =20	a ₂ c ₂ b ₁ (t ₁₄)	a ₂ c ₂ b ₂ (t ₂₀)
	c ₃ =40	a ₂ c ₃ b ₁ (t ₁₅)	a ₂ c ₃ b ₂ (t ₂₁)
	c ₄ =60	a ₂ c ₄ b ₁ (t ₁₆)	a ₂ c ₄ b ₂ (t ₂₂)
	c ₅ =80	a ₂ c ₅ b ₁ (t ₁₇)	a ₂ c ₅ b ₂ (t ₂₃)
	c ₆ =100	a ₂ c ₆ b ₁ (t ₁₈)	a ₂ c ₆ b ₂ (t ₂₄)

a₁ = Técnica de digestibilidad in situ.

a₂ = Técnica de digestibilidad in vitro.

b₁ = Bagazo de Caña.

b₂ = Rastrojo de Maíz.

c = Niveles de cerdaza.

c₁ = 0%, c₂ = 20%, c₃ = 40%, c₄ = 60%, c₅ = 80%, c₆ = 100% .

3.4. Diseño experimental.

Para el analisis e interpretación de los datos se utilizó - un arreglo factorial 2x2x6 (2 técnicas de digestibilidad, 2 forrajes, 6 niveles de cerdaza) bajo un diseño "Completamente al Azar" con tres repeticiones por tratamiento bajo el siguiente -- modelo matemático.

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Cualquier observación.

M = Media general.

A_i = Efecto de la técnica i esima de digestibilidad.

B_j = Efecto del forraje j esimo.

C_k = Efecto del nivel k esimo de cerdaza.

AB_{ij} = Efecto de la interacción ij esimo de la técnica por - el forraje.

AC_{ik} = Efecto de la interacción ik esimo de la técnica por - el nivel de cerdaza.

BC_{jk} = Efecto de la interacción jk esimo del forraje por el nivel de cerdaza.

ABC_{ijk} = Efecto de la interacción ijk esimo de la técnica -- por el forraje por el nivel de cerdaza.

E_{ijk} = Efecto del error experimental.

3.5. Desarrollo del experimento.

3.5.1. Digestibilidad in situ.

Se tomaron muestras representativas de rastrojo de --- maíz, bagazo de caña y de cerdaza las cuales se pusieron a secar en una estufa de aire forzado a 80°C durante 24 horas. Una vez -- secadas se procedió a molerlas en un molino de cuchillas Willey, con una criba de 1 mm de porosidad, las muestras fueron guarda-- das en bolsas de plástico selladas.

Se hicieron las bolsas con tela de nylon 100% (de 40x35 hi-- los/cm²) con un tamaño de 10x5 cm (Tejada, 1985), para la confec-- ción de las bolsas todos los autores consultados coinciden en -- que se use doble costura e hilo de nylon para evitar pérdidas -- del material a través de las perforaciones dejadas por la aguja, al hacer las bolsitas (esquema 2), redondear las esquinas para -- evitar acumulaciones de la muestra y facilitar la remoción de -- los residuos, en la parte superior a forma de jareta se asegura-- ron con hilo nylon Núm. 2 (Hilomex M.R.).

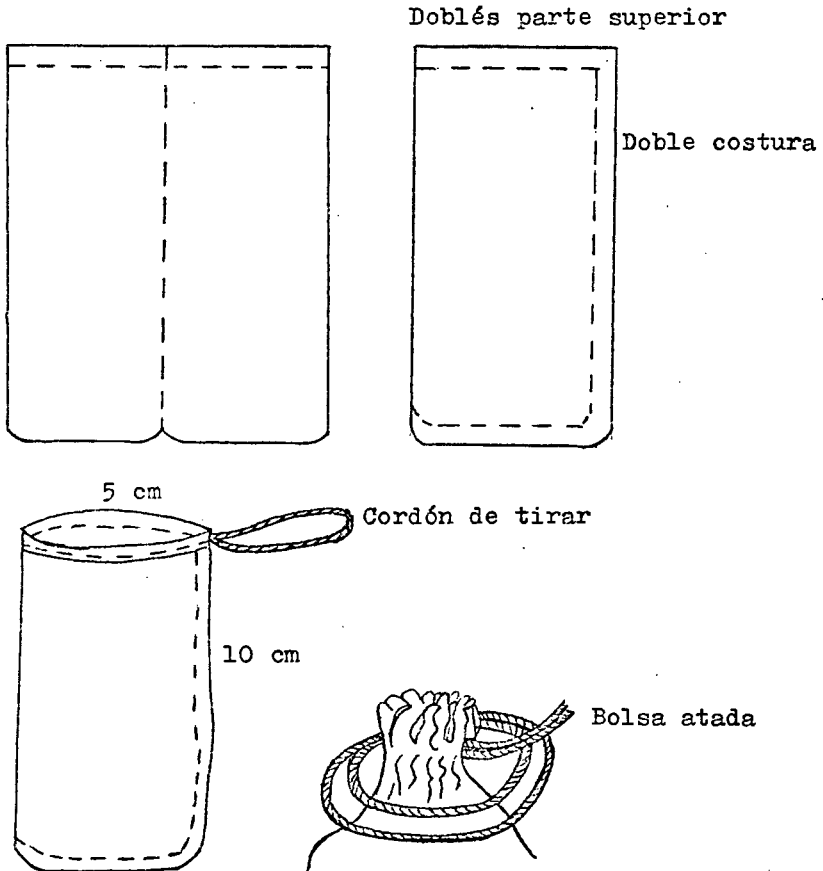
Estas bolsas se secaron en una estufa de aire forzado a una temperatura de 80°C durante 24 horas, posteriormente se pesaron en balanza analítica anotandose su peso, enseguida se pesaron -- 5 g de muestra (Harris, 1967) con sus respectivos porcentajes o niveles de cerdaza dandonos un peso inicial, se hicieron tres -- repeticiones por muestra, después se ataron con el hilo de la ja-- reta con un nudo de puerco.

Las bolsas se ataron a un tubo de polietileno moderadamente flexible de 96.5 cm de largo por 6 mm de diámetro al cual se le pusieron dos hilos de nylon del Núm. 2 sobrados a todo lo largo

del interior del tubo, se perforó el tubo equidistantemente con una aguja de tejer (de gancho) y se extrajeron los hilos, siendo de estos de donde se fijaron las bolsas con sus respectivas mues tras. Se ataron 6 bolsas cada vez.

ESQUEMA: 2

Patrón que se siguió para la elaboración de las --
bolsas de nylon.



Se introdujo uno de los extremos del tubo de polietileno y las bolsas atadas por la fistula ruminal (cánula permanente) de un torete de aproximadamente 250 kg propiedad de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara alimentado con ensi- laje de maíz y concentrado, después de haberse humedecido las -- muestras se extrajo la punta del tubo introducida formando un -- anillo y se ató junto con la otra punta de la fistula del animal.

Se mantuvieron las bolsas en incubación dentro del rumen -- por un lapso de 48 horas de acuerdo a la recomendación hecha por Harris (1967).

Pasadas las 48 horas de incubación se extrajeron las bolsas jalando uno de los extremos del tubo; ya en el laboratorio se -- soltaron las bolsas del tubo de polietileno y se lavaron con --- agua de la llave hasta no observar el color del líquido ruminal.

Una vez lavadas se metieron a secar a la estufa a una tempe- ratura de 80°C durante 24 horas.

Ya secas se pesaron las muestras dandonos un peso final..

Así la formula para la obtención del % de digestibilidad es la siguiente:

$$\% \text{ Digestibilidad} = \frac{P_i - P_f}{P_{\text{muestra}}} \cdot 100$$

Donde:

P_i = Peso inicial o peso de la muestra antes de la --- incubación.

P_f = Peso final o peso de la muestra después de la --- incubación.

P_{muestra} = Peso de la muestra sin tomar en cuenta el - peso de la bolsa.

3.5.2. Digestibilidad in vitro.

Las mismas muestras de la técnica anterior se tomaron para esta. La cerdaza no se molió en el molino de cuchillas tan solo se le disminuyó el volumen utilizando un mortero.

Posteriormente se realizó la digestibilidad in vitro de la materia seca de acuerdo con el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963). El tiempo de fermentación fué de 48 horas.

Para la inoculación, el líquido ruminal se extrajo del mismo torete que se utilizó para la digestibilidad in situ. El líquido ruminal fué extraído a través de la fistula ruminal con una manguera de 1.5 m de longitud, removiendo el contenido de tal manera que el líquido ruminal extraído fuera más uniforme para ser depositado en un termo previamente calentado con agua a 40°C, la cual se tiró al momento de la extracción. El líquido se llevó al laboratorio e inmediatamente se filtró con 4 capas de gase o su equivalente y se conservó en baño maría a una temperatura de 39°C similar a la que se encontraba en el animal, adicionándole además CO₂ para mantener las condiciones anaerobicas.

Posteriormente se procedió a preparar la solución de McDougall (Cuadro 6) ajustando el pH a 6.9 con adición permanente de CO₂. Se tomaron muestras de 0.300 g, se adicionó a cada tubo 17 cc de solución buffer de McDougall y 17 cc de líquido ruminal y CO₂ durante 20 segundos para mantener las condiciones anaerobicas. Se pusieron a incubar en baño maría a una temperatura de 39°C con agitación longitudinal con respecto al tubo (tubo de 40 ml). Se pusieron muestras por triplicado del rastrojo de maíz y

CUADRO: 6

SOLUCION BUFFER DE MCDUGALL

<u>Solución A:</u>	
NaHCO ₃	9.80 g
Na ₂ HPO ₄ 7H ₂ O	7.00 g
KCl	0.57 g
NaCl	0.47 g
MgSO ₄	0.12 g
Aforar a 1 lt. con H ₂ O destilada	
<u>Solución B:</u>	
CaCl ₂	4.0 g/100 ml

El objeto de dividir en dos soluciones la solución buffer de McDougall es con el fin de darle mayor viabilidad y tenerla disponible para la inoculación de las diferentes corridas de -- muestras.

bagazo de caña con sus respectivos niveles de cerdaza, dos muestras contenían solo líquido ruminal y saliva McDougall llamados blancos, dos tubos testigos (conteniendo alfalfa) de digestibilidad conocida, solo para corroborar la actividad del líquido ruminal.

Al término del tiempo de fermentación las muestras fueron centrifugadas a 2,500 revoluciones/min. durante 10 minutos haciendo la operación 2 veces= 20 minutos por tubo, después de centrifugados los tubos se decantaron.

Los residuos que quedaron en los tubos de centrifuga fueron puestos a secar en la estufa a 80°C por 24 horas. Posteriormente el residuo seco se obtuvo pesando en balanza analítica el tubo de centrifuga y restando el peso inicial del tubo solo.

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

La fórmula utilizada para el cálculo del % de Digestibilidad in vitro es la siguiente:

$$\% \text{ Digestibilidad} = \frac{\text{Muestra inicial} - (\text{Residuo} - \text{Residuo blanco})}{\text{Muestra inicial}} \times 100$$

3.6. Variables medidas.

Las variables medidas fueron los porcentajes de digestibilidad in situ e in vitro de la materia seca de los tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los porcentajes de digestibilidad de los tratamientos estudiados se analizaron de acuerdo a Steel y Torrie (1960), presentando el analisis de varianza (Cuadro 7) diferencias altamente significativas para los tratamientos ($P < 0.01$). Al descomponer los tratamientos se observaron diferencias altamente significativas en los efectos de las técnicas de digestibilidad, los forrajes y los niveles de cerdaza utilizados ($P < 0.01$); en la interacción de las técnicas de digestibilidad por los forrajes no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$); en la interacción de las técnicas por los niveles de cerdaza y de los forrajes por los niveles de cerdaza se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$); en la interacción de las técnicas de digestibilidad por los forrajes por los niveles de cerdaza no se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$). En cuanto a los efectos de las técnicas de digestibilidad, se observó que en la técnica in situ (Bolsa Nylon) se presentó un comportamiento lineal positivo (gráfica 1), esto es, que a medida que se incremento el nivel de cerdaza hubo un aumento en el porcentaje de digestibilidad de la materia seca del rastrojo de maíz y del bagazo de caña, mostrando en ello el control de los factores de variación de la técnica, ya que el porcentaje de digestibilidad de la cerdaza concuerda con los trabajos hechos por el Dr. Rodríguez G.F. (c.p.) de hasta un 76%; mientras tanto en la técnica in vitro (gráfica 2) se observó un comportamiento decreciente para el rastrojo de maíz y de altas y bajas para el bagazo de

caña a medida que se incrementaban los niveles de cerdaza, mostrando el efecto de algún posible factor de variación, como pudo haber sido el líquido ruminal o la alimentación del animal. En lo relacionado al efecto de los forrajes estos estuvieron influenciados por sus porcentajes de proteína y grado de lignificación. Mientras que el efecto de la cerdaza estuvo afectado, primero por su alto contenido proteico (27.1% prot. crudas) y segundo por una microflora ruminal adecuada proveniente del alimento concentrado balanceado del animal (Rodríguez G.F., 1984) propiciando una mayor digestibilidad, siendo los tratamientos 6 y 12 (72.08%) que contenían un 100% de cerdaza los que presentaron mayor digestibilidad comparados con el tratamiento 1 (cuadros 8 y 9). En cuanto a la interacción de las técnicas de digestibilidad por los forrajes no existió diferencia significativa ($P < 0.05$ en cuanto a usar una técnica u otra para la determinación de digestibilidades de los forrajes. Mientras que para la interacción de las técnicas de digestibilidad por los niveles de cerdaza si existió una alta diferencia significativa ($P < 0.01$) recomendando la técnica in situ cuando se quiera evaluar cerdaza debido a la constante reproducción de la microflora ruminal. En el efecto de la interacción del forraje por los niveles de cerdaza existió una alta diferencia significativa ($P < 0.01$) favoreciendo la digestibilidad de los forrajes al suplementarse con una fuente proteica (cuadro 1, apéndice). Por lo que respecta a la interacción de las técnicas de digestibilidad por los forrajes por los niveles de cerdaza no existió diferencia significativa ($P < 0.05$) donde hayan interactuado los tres elementos.

CUADRO: 7

ANALISIS DE VARIANZA DE LAS TECNICAS DE DIGESTIBILIDAD
IN SITU (BOLSA NYLON) E IN VITRO DE LA MATERIA SECA --
 DEL RASTROJO DE MAIZ Y BAGAZO DE CAÑA CON DIFERENTES -
 NIVELES DE CERDAZA.

F.V.	G.l.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		
					0.05	0.01	
A	1	3,822.1518	3,822.1518	681.54	4.04	7.19	++
B	1	1,111.3292	1,111.3292	198.16	4.04	7.19	++
C	5	1,500.7093	300.14186	53.52	2.41	3.42	++
AB	1	8.0431	8.0431	1.43	4.04	7.19	N.S.
AC	5	2,726.5892	545.31784	97.24	2.41	3.42	++
BC	5	791.3583	158.27166	28.22	2.41	3.42	++
ABC	5	17.5613	3.51226	0.63	2.41	3.42	N.S.
ERROR	48	269.1878	5.6080792				
TOTAL	71	10,246.9300					

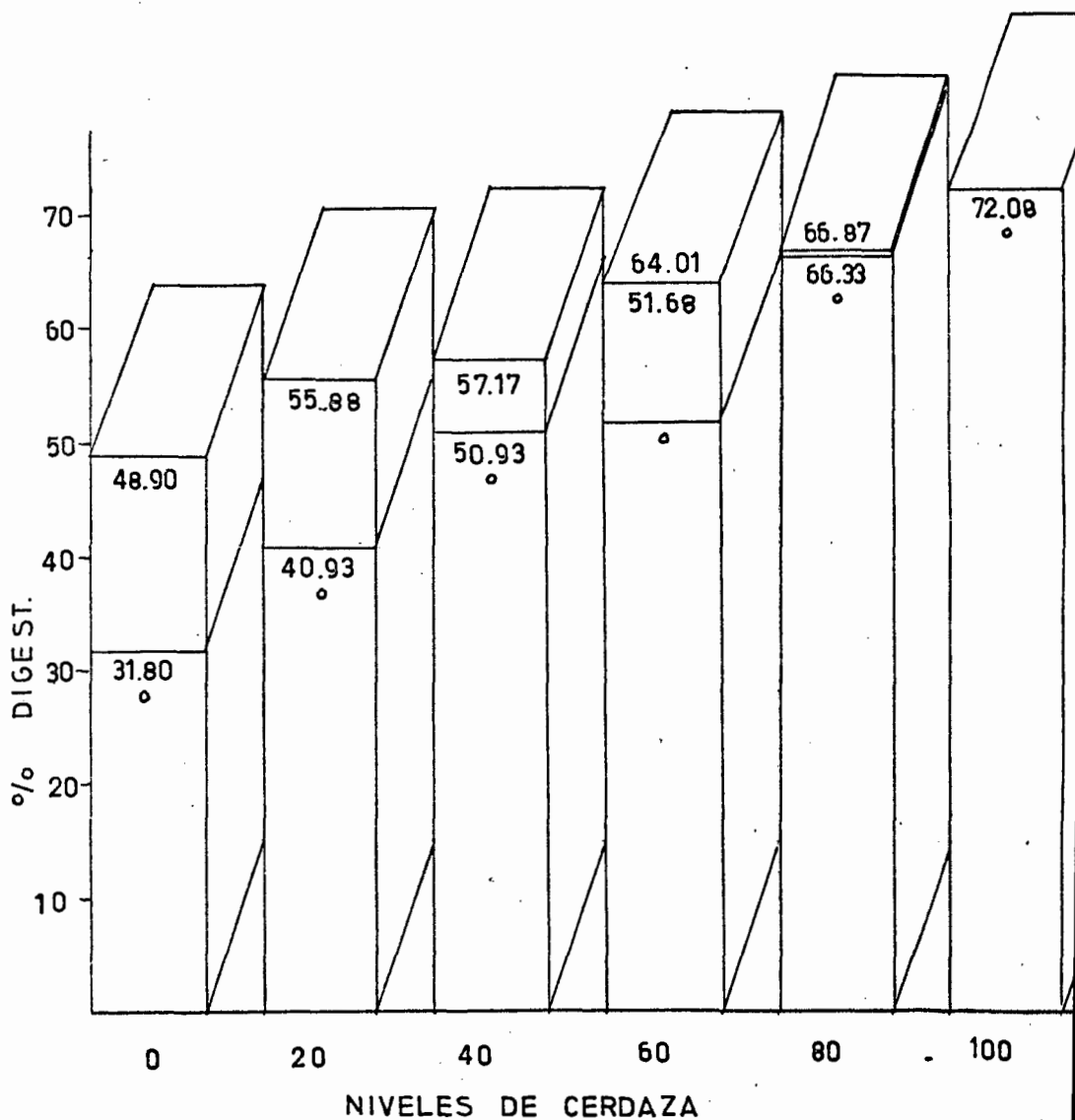
++ Altamente significativo ($P < 0.01$)

N.S. Ausencia de significancia.

C.V. = 4.8%

TECNICA IN SITU

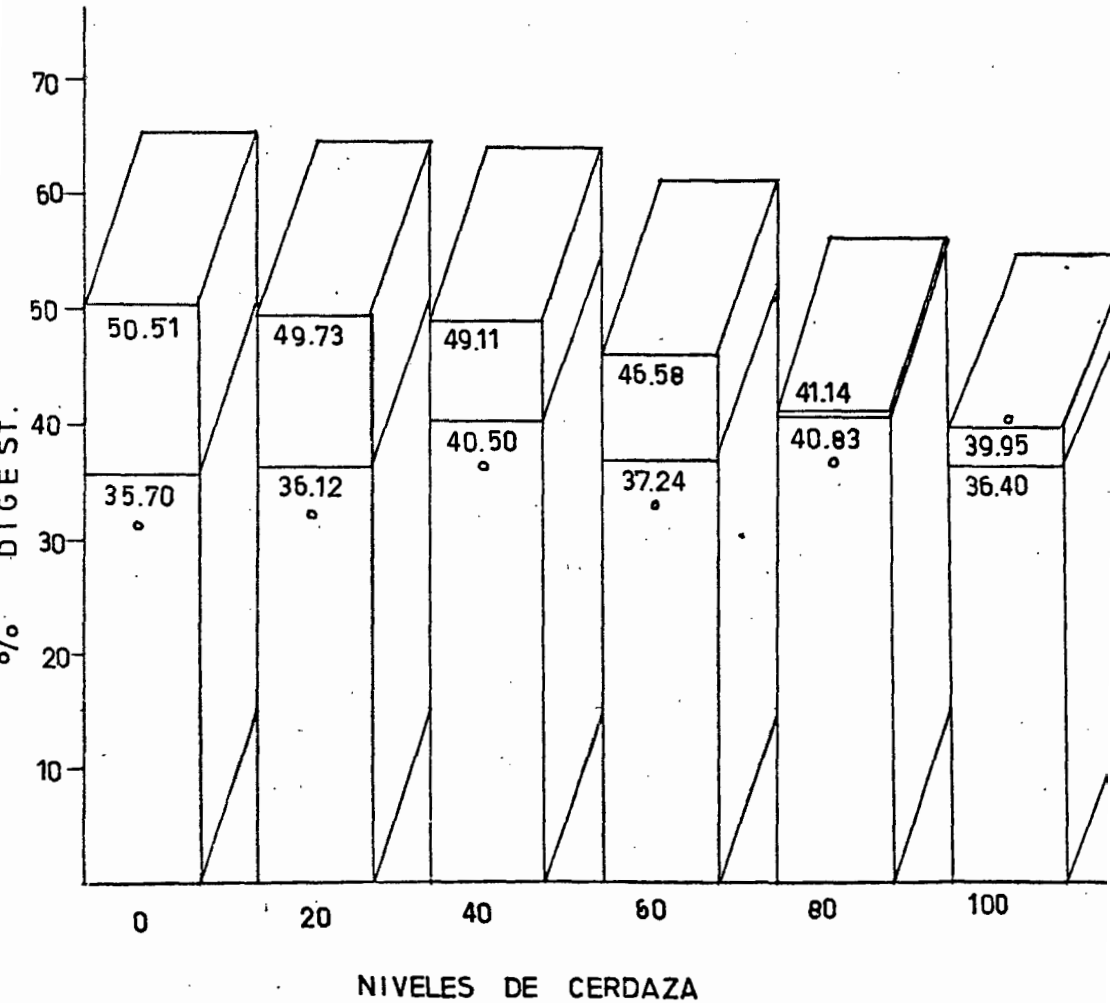
RASTROJO DE MAIZ Y BAGAZO DE CAÑA^o



GRAFICA: 2

TECNICA IN VITRO

RASTROJO DE MAIZ Y BAGAZO DE CAÑA



CUADRO: 8

RELACION DE LOS INCREMENTOS DE DIGESTIBILIDAD DE LOS
DIFERENTES TRATAMIENTOS CON RESPECTO AL TRATAMIENTO 1.

	PROMEDIO	%	Δ/Δ
t_1	31.80	100	0
t_2	40.93	128	28
t_3	50.93	160	60
t_4	51.68	162	62
t_5	66.33	208	108
t_6	72.08	226	126
t_7	48.90	153	53
t_8	55.88	175	75
t_9	57.17	179	79
t_{10}	64.01	201	101
t_{11}	66.87	210	110
t_{12}	72.08	226	126
t_{13}	35.70	112	12
t_{14}	36.12	113	13
t_{15}	40.50	127	27
t_{16}	37.24	117	17
t_{17}	40.83	128	28
t_{18}	39.95	125	25
t_{19}	50.51	158	58
t_{20}	49.73	156	56
t_{21}	49.11	154	54
t_{22}	46.58	146	46
t_{23}	41.14	129	29
t_{24}	36.40	114	14

CUADRO: 9

PRUEBA DE MEDIAS PARA LOS PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD
DE LOS TRATAMIENTOS SEGUN DUNCAN.

No. DE TRATAMIENTO	% DIGESTIBILIDAD	
1	31.80	a
13	35.70	a
14	36.12	ab
24	36.40	abc
16	37.24	abcd
18	39.95	abcde
15	40.50	bcdef
17	40.83	cdefg
2	40.93	cdefgh
23	41.14	defgh
22	46.58	i
7	48.90	ij
21	49.11	ijk
20	49.73	ijkl
19	50.51	ijklm
3	50.93	ijklmn
4	51.68	ijklmno
8	55.88	op
9	57.17	p
10	64.01	q
5	66.33	qr
11	66.87	qr
12	72.08	s
6	72.08	s

Letras diferentes indican significancia Duncan. ($P < 0.05$)

V. CONCLUSIONES

De la realización del presente trabajo se pueden efectuar las siguientes conclusiones:

1. La técnica de digestibilidad que presentó mayor uniformidad en cuanto a los resultados obtenidos resultó ser la técnica in situ o de la Bolsa Nylon, recomendándose ésta cuando se investiguen porcentajes de digestibilidad en heces animales.

2. De los forrajes probados el rastrojo de maíz mostró un mayor porcentaje de digestibilidad (49.70%) con respecto al bago de caña (33.75%) debido a la ya conocida estructura de la --- planta.

3. De los seis niveles de cerdaza probados en los forrajes se recomienda la utilización del nivel de 40% de cerdaza. Aunque se recomienda hacer más trabajos para corroborar este nivel, ya que existen riesgos para la salud de los animales que consuman un alto porcentaje de heces, sugiriéndose los trabajos del ensilado de la cerdaza para evitar estos riesgos.

VI. RESUMEN

Se realizó un trabajo experimental tendiente a comparar dos técnicas para estimar la digestibilidad aparente de la materia seca de alimentos para rumiantes. En el primer experimento se utilizó la técnica in situ o de la bolsa nylon para determinar la digestibilidad de la materia seca del rastrojo de maíz y bagazo de caña con diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40, 60, 80 y 100%). En el segundo experimento se utilizó la técnica in vitro siguiendo el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963) para determinar la digestibilidad de la materia seca de los mismos tratamientos que en la técnica anterior. Para la técnica in situ se utilizó un torete fistulado raza Holstein frisian de aproximadamente 250 kg de peso, siendo el tiempo de incubación para las bolsas de nylon conteniendo las muestras de alimento de 48 horas. Para la técnica in vitro el tiempo de incubación fué el mismo; esta técnica se llevó a cabo en el Laboratorio de Bio-Ingeniería del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara. Los resultados obtenidos en el análisis de varianza nos mostraron una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para los tratamientos. En cuanto a las técnicas también existió una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), los tratamientos en la técnica in situ (gráfica 1) mostraron una tendencia lineal positiva a medida que se incrementaron los niveles de cerdaza tanto para el rastrojo de maíz como para el bagazo de caña. Mientras que en la técnica in vitro (gráfica 2) los tratamientos que contenían rastrojo de maíz se les -

observó un comportamiento decreciente y para el bagazo de caña - un comportamiento inestable (altas y bajas) a medida que se incrementaban los niveles de cerdaza debido posiblemente al efecto de algún factor de variación no contemplado.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Alexander R.H. and M. McGowan¹, 1966, The routine determination of in vitro digestibility of organic matter in forages. - An investigation of the problems associated with continuous large scale operation, J. Br. Grassld. Soc., 21:140.
- Balch C.C., 1966, Factors affecting the utilization of food by dairy cows, and the rate of passage of food through the digestive tract, Br. Jour. Nutr., 4:361.
- Barnes R.F. and W.G. Lynch¹, 1969, Two stages in vitro rumen fermentation technique. U.S. Regional Posture Research Laboratory University Park, Pennsylvania, U.S.A.
- Berger J.C.A. et al., 1981, Características de la fermentación de la cerdaza ensilada con heno o grano de maíz. Utilización del nitrógeno, digestibilidad y palatabilidad de la cerdaza ensilada con paja del pasto Orchard o con granos de maíz en la alimentación de borregos, Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia, Jour. Anim. Sci. Vol. 52, No. 6.
- Bhattacharya A.N. and J.C. Taylor, 1975, Recycling animal waste as a feed stuff: a review, American University of Beirut, Lebanon. Jour. Anim. Sci. Vol. 41, No. 5.
- Boado A., 1972, Nutrición animal, Ediciones Revolucionarias Cubanas, La Habana, Cuba.
- Church D.C., 1974, Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes, Tomo I, Fisiología digestiva, Acribia, Zaragoza, España.

- Cowlishaw S.J. and E.F. Unsworth¹, 1976, Factors affecting the --
in vitro digestibility of tropical grasses, Turrialba, --
26:44.
- Figroid W., W.H. Hale and B. Theurer¹, 1972, An evaluation of --
the nylon bag technique for estimating rumen utilization
of grains, J. Anim. Sci. , 35:113.
- Fleming B., 1980, La cerdaza de los drenes convertida en un aho-
rro económico al incluirla en la ración, National Hog Far-
mer, U.S.A.
- Goering H.K. and P.J. Van Soest¹, 1975, Forage fiber analyses --
agricultural hand book No. 379, Agriculture research ser-
vice U.S., Department of Agriculture.
- Harris L.E., et al¹., 1967, Bulletin 471. Utah Agricultural Expe-
rimental Station, Utah U.S.A.
- Hoflund S., J.I. Quinn and R. Clark¹, 1948, Studies on the ali-
mentary tract of Merino sheep in South Africa. The influ-
ence of different factors on the rate of cellulose diges-
tion, Onderstepoort, J. Vet. Sci. Anim. Ind., 23:295, ci-
ted by Johnson R.R.
- Johnson R.R.¹, 1969, Techniques and procedures for in vitro and
in vivo rumen studies. Techniques and procedures in Ani-
mal Science Research, Am. Soc. Anim. Sci., 175.
- Larsen R.E. and G.M. Jones¹, 1973, A modified method for the in
vitro determination of dry matter and organic matter ----
digestibility, Can. J. Anim. Sci., 53:251.

- Llamas L.G., A.S. Shimada, Castellanos R.S. y Merino Z. H., 1979
Estudio del valor alimenticio de subproductos de la caña
de azúcar con bovinos en corral, Técnica Pecuaria, México
- Maynard L.A. y Loosli J.K., 1975, Nutrición animal, Uteha, Méx.
- McDonald P., R.A. Edwards y J.F.D. Greenhalgh, 1975, Nutrición -
animal, Ed. Acribia, España.
- McDougall E.I.¹, 1949, Studies on ruminant saliva 1-the composi-
tion and output of sheeps saliva. Biochem J.J. 43:99.
- Mehrez A. and E.R. Ørskov¹, 1977, A study of the artificial fi-
ber bag technique for determining the digestibility of --
feeds in the rumen, J. Agr. Sci. Camb., 88:645.
- Minson D.J. and M.N. McLeod¹, 1972, The in vitro technique: its
modification for estimating digestibility of large number
of tropical pasture samples. Division of tropical Pas-
tures. Technical paper No. 8, Commonwealth Scientific and
Industrial Research Organization, Australia.
- Molina G.V.M., Sánchez G.E.J. y C.G. Villalobos, 1984, Evalua-
ción del bagazo de caña de azúcar tratado como suplemento
para ganado en la época de sequía, Técnica Pecuaria, Méxi-
co, 47.
- Moore J.E. and G.O. Mott¹, 1975, Fermentation tubes or in vitro
digestion of forages, J. Dairy Sci. 59:167.
- Naugle B.I. et al., 1979, Ensiling activity of swine waste and -
corn grain, Kentucky Agricultural Experiment Station, ---
80-2-5-65.

- Neathery N.W.¹, 1968, Dry matter disappearance of roughages in --
nylon bags suspended in the rumen, J. Dairy Sci., 52:74.
- Ochoa A.M., Bravo F.O. y Avila C.R., 1972, Uso de residuos orgá-
nicos en la alimentación de ovinos en crecimiento, Téc. -
Pec. Mex., 22:11-15.
- Quinn J.I. et al.¹, 1938, Studies on the alimentary tract of ---
Merino sheep in South Africa. IV. Description of experi-
mental technique. Onderstepoort, J. Vet. Sci. Anim. Ind.
1:341. (Cited by Van Dyne, G.M., 1962). J. Range Manage -
15:303.
- Rodríguez H.¹, 1968, La técnica de bolsa in vivo en estudios de
digestibilidad, Rev. Cubana Cienc. Agric., 2:81.
- Rodríguez G.F., 1984, Digestibilidad del bagacillo de caña de --
azúcar, Técnica Pec. Mex. 47.
- Steel R.G.D. and J.H. Torrie, 1960, Principles and procedures of
statistics, Mc Grawhill book Co. inc. New York.
- Tejada H.I., 1985, Manual de laboratorio para analisis de ingre-
dientes utilizados en la alimentación animal. Patronato -
de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en
México, A.C., México.
- Tilley J.M.A. and R.A. Terry, 1963, A two stage technique for --
in vitro digestion of forages crops, J. Br. Grassld. Soc.
18:104.
- Van Dyne G.M.¹, 1962, Micromethods for nutritive evaluation of -
range forages, J. Range Manage, 15:303.

Van Dyne G.M. and W.C. Weir¹, 1966, Variations among cattle and sheep in digestive power measured by microdigestion techniques, J. Anim. Sci., 23:1116.

Viniegra G.G. y O. Monroy (Compiladores 1981), Biotecnología --- para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos, -- AGT Editor, S.A., México.

Yu Y¹., 1977, Effect of heating of forages on quantitative changes of Acid Detergent insoluble nitrogen, J. Dairy Sci., 60:1813.

1= Autores citados por Tejada H.I. (I.N.I.P.).

VIII. APENDICE

CUADRO: 1

PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LA M.S. DEL RASTROJO DE MAIZ Y BAGAZO DE CAÑA CON DIFERENTES NIVELES DE CERDAZA
IN SITU E IN VITRO.

t ₁ : 32.91	t ₇ : 47.90	t ₁₃ : 36.13	t ₁₉ : 53.10
31.74	50.18	33.93	49.10
30.76	48.63	37.06	49.33
t ₂ : 40.46	t ₈ : 58.49	t ₁₄ : 38.10	t ₂₀ : 51.43
41.59	54.85	38.96	48.86
40.76	54.31	31.30	48.90
t ₃ : 48.56	t ₉ : 55.07	t ₁₅ : 40.16	t ₂₁ : 48.46
52.42	57.49	40.83	49.83
51.81	58.97	40.53	49.06
t ₄ : 56.24	t ₁₀ : 63.18	t ₁₆ : 36.86	t ₂₂ : 47.50
49.79	63.56	40.33	46.46
49.03	65.29	34.53	45.80
t ₅ : 65.84	t ₁₁ : 66.61	t ₁₇ : 41.06	t ₂₃ : 44.26
67.89	66.91	40.60	37.33
65.28	67.11	40.83	41.83
t ₆ : 75.23	t ₁₂ : 75.23	t ₁₈ : 39.10	t ₂₄ : 40.26
72.87	72.87	40.56	31.00
68.15	68.15	40.20	37.96

Los primeros 12 tratamientos corresponden a la técnica in situ, los restantes a la técnica in vitro. Los primeros 6 tratamientos de cada técnica corresponden a bagazo de caña y los restantes a rastrojo de maíz.