

Universidad Nacional Autónoma de México
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



**DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL BAGAZO DE LA
INDUSTRIA TEQUILERA Y SU UTILIZACION EN LA
NUTRICION DE RUMIANTES.**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
QUE PRESENTA:**

JAVIER NAVA ESTRADA

Asesor de tesis: MVZ. Ph. D. Carmen Guardiola Fernández

1 9 8 2



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL BAGAZO DE LA INDUSTRIA
TEQUILERA Y SU UTILIZACION EN LA NUTRICION DE RUMIANTES

I N D I C E

1.0	INTRODUCCION	1
2.0	MATERIAL Y METODOS	10
3.0	RESULTADOS	12
4.0	DISCUSION	16
5.0	RESUMEN	19
6.0	CONCLUSIONES	20
7.0	BIBLIOGRAFIA	21

INTRODUCCION

Uno de los problemas con los que se enfrenta nuestro país en la actualidad es el aumento intensivo de la población, y la poca atención que se le ha prestado a los recursos naturales, los cuales han sido utilizados a través de los años sin proporcionarles o integrarlos, la mayoría de las veces, los nutrientes que las plantas requieren para su desarrollo (García 1981). La creciente población de nuestro país ha presionado a los ganaderos para aumentar la producción animal y tratar de satisfacer la demanda de productos de origen animal. Esto ha ocasionado que se introduzcan animales en número no adecuado al potencial forrajero, lo cual ha propiciado la destrucción de la capa vegetal favoreciéndose la presencia y dominio de especies improductivas, sobre terrenos de producción de pastos naturales.

Existe una falta de planeación en la conservación de forrajes ya sea cultivados o naturales por parte de los productores, situación que ha provocado un desequilibrio entre el potencial forrajero existente, y las necesidades que demandan los animales para establecer los sistemas de producción de carne y leche.

México es un país que cuenta con dos épocas, una de abundancia y la otra de escasez de forrajes, dependiendo ambas de los factores climatológicos, (Flores, 1980).

El período de sequía puede ser de 2 a 8 meses variando según la región de que se trate, es decir, en los Climas Tropicales húmedos es de 2 meses, mientras que en las zonas semiáridas la sequía que se presenta es de 7 a 9 meses.

Es indispensable buscar la forma de ayudar al ganadero en la alimentación de los animales, sobre todo durante la época de sequía procurando bajar los costos de producción eliminando o disminuyendo la inclusión de ingredientes caros en la ración.

Hoy en día la búsqueda de nuevos ingredientes que puedan ser --- utilizados en la elaboración de raciones para los animales y que, -- además, no sean competitivos con la alimentación humana está tomando considerable importancia (Church y Pond, 1974).

Una de las plantas características de nuestro país forma el grupo al cual se le conoce como magueyes. Las distintas especies de magueyes pertenecen a la familia de las Amarilidaceas dentro de esta familia se encuentra el género Agave (Guerrero, 1979).

De acuerdo a su utilidad las diferentes especies del género Agave se le ha dividido en dos grupos principalmente (DIRECCION GENERAL DE APROVECHAMIENTOS FORRAJEROS, D.G.A.F.).

En el primer grupo encontramos especies ixtleras como:

Agave Lechuguilla
Agave Fuorcroides
Agave Zazupe
Agave Xylonacanta
Agave Cantaca

En el segundo grupo en el cual las diferentes especies de Agaves son usadas en la elaboración de bebidas alcohólicas como pulque, tequila, mezcal así tenemos:

Agave Atrovirens
Agave Tequilana
Agave Cochleanis
Agave Permuca

El género Agave es originario de América y abarca alrededor de - 300 especies.

La zona donde la elaboración de pulque y de bebidas alcohólicas - reviste importancia económica se encuentra principalmente en los Estados de Hidalgo, Tlaxcala, México, Puebla, Querétaro, D.F., Oaxaca y - Jalisco (Patronato del Maguey).

Los suelos de la zona típicamente magueyera son por lo general pobres, su capa arable es muy delgada y de composición arcillosa o arcillo-arenosa. La mayor parte de las magueyeras ocupan terrenos - en los cuales el riego es difícil, tanto por la carencia de agua, - como por la Topografía.

Actualmente los usos principales de los Agaves son la elaboración de bebidas alcohólicas y la extracción de la fibra con la cual se manufactura artículos diferentes.

El Agave atrovirens es la especie de Agave Mexicano más utilizado para la extracción de aguamiel y preparación del pulque. Esta planta ha dado apoyo a la sobrevivencia del Pueblo Mexicano al ---- proporcionarles el aguamiel y el pulque como sustituto del agua en aquellas zonas donde es muy escasa o el agua está contaminada ---- (Flores, 1980). El maguey también se le utiliza para evitar la --- erosión, sembrándose en terrazas (siembra escalonada), con lo cual se evita el deslave del suelo.

Con la fibra del Agave se han confeccionado útiles de trabajo como son mantas, ayales, ceñidores, mallas, escudos, sandalias.

La utilización del aguamiel para la fabricación de azúcar, -- alcohol, vinagre, jabones etc. Con fines alimenticios o terapéti-- cos, en la obtención de levadura de pan y aguamiel en polvo para -- los alimentos, en medicina como energético depurativo (Jugo de -- Agave).

Se ha estudiado la posibilidad de Industrializar el Maguey -- pulquero así como su aguamiel en forma distinta a la elaboración -- del pulque, como sería:

- 1.- La obtención de la fibra es forma mecánica y en gran -- escala en la elaboración de celulosa, fabricación de ta**bl**eros aglomerados.
- 2.- Obtención de Productos Industriales como acetona, butanol, etanol, esteroides (Novelo, 1981), así como mate-- riales para la producción de plásticos.

El cuerpo de la Planta de Agave Tequilana se aprovecha para la elaboración de tequila, mezcal y sotol. El área cubierta actualmente con Agave Tequilana en el país es aproximadamente de 66,912 hectáreas (Guerrero, 1979), de las cuales el 92% se encuentran en el Estado de Jalisco, el resto corresponde a Michoacán y Nayarit.

De esta planta el tallo o cabeza que corresponde a un 60% del peso total de la planta y resulta ser la única fuente actual del azúcar para la elaboración del tequila.

En general, el modo de obtención del tequila y mezcal es el siguiente: Se arranca el maguey, se le quita a la planta todas las raíces, se cortan las pencas o puntas, de modo que nada más queden las piñas o cabezas las cuales debe transformarse en materia feculentas y posteriormente en azúcares fermentables. La fermentación se lleva a cabo por levaduras que pertenecen al género SACCHAROMYCES Cereviciae, la cual se obtiene o aísla a partir de la fermentación natural de dicho jugo (Guerrero, 1979).

Los hornos que se construyen se someten a temperaturas muy elevadas y en seguida se llevan las piñas tapándolas, para que estas piñas se cuezan por 24 horas. Transcurrido este tiempo las piñas son sacadas picándolas o presándolas según el procedimiento que se siga. En algunas fábricas elaboradoras de tequila, usan hornos a manera de autoclaves, en donde se colocan las piñas y se les inyecta vapor durante 24 horas, se dejan reposar 24 horas y finalmente se someten a 24 horas de enfriamiento, la temperatura aproximada es de 120°C a presión aproximada de dos atmósferas (Cámara regional de la Industria tequilera, 1981.)

La pasta picada y el jugo obtenido en una prensa se pone a fermentar y después de varios días se destila. Al resultado de la presión de la pasta picada se le conoce con el nombre de bagazo o marrana. Este bagazo extraído, así como las pencas verdes se tiran desaprovechando de este modo un potencial forrajero el cual podría ser utilizado con grandes ventajas en la alimentación animal (D.G.A.F., 1981).

Se considera de suma importancia el uso de las pencas como la -- pulpa y bagazo como fuente forrajera donde al aprovechar estos sub-productos en forma natural o semindustrializada en los sistemas de alimentación animal, se manifestara como una fuente de apoyo alimen- ticio sobre todo en el período de sequía el cual es caracterizado -- por una carencia de forrajes.

Existen aproximadamente 30 millones de Agaves en todo el país lo que marca la posibilidad de incorporar 2 millones de toneladas en -- base seca de los esquilmos de los diferentes Agaves en la alimenta- ción animal, principalmente de los rumiantes (García, 1981).

Estos animales a través de sus microorganismos ruminales son -- capaces de aprovechar los materiales no aptos para consumo de los -- animales no rumiantes (Hungate, 1976).

La utilización de estos productos por los microorganismos va a depender de muchos factores como son: la disponibilidad al ataque -- microbiano de la celulosa y hemicelulosa , la cantidad de energía y nitrógeno en la ración, la solubilidad del compuesto, el tamaño de la partícula, la cantidad de elementos detrimentales de la diges- --- tión (Russell y Baldwin, 1977).

Es sabido que mientras mayor concentración de lignina posea el -- forraje, menor será su utilización, ya que afecta la digestibilidad de la celulosa y hemicelulosa (Pigden y Bender, 1972), dificultán-- dose el ataque microbiano, si a esto añadimos que la lignificación -- aumenta a medida que avanza la madurez de los forrajes, siendo la -- lignina indigestible.

La forma física de la celulosa también influye en su digestibi- lidad, ya sea que se encuentre en forma amorfa o en forma cristalina siendo la primera forma la que más fácilmente es degradada por los -- microorganismos ruminales y la segunda forma es poco atacada por --- estos microorganismos (Hungate, 1966).

El aprovechamiento del contenido celular de las plantas va a depender de que los microorganismos las tengan a manera accesible y esto a su vez dependerá de la degradación de los componentes de la pared celular.

Existen algunos procesos para aumentar la digestibilidad de -- los forrajes. Desde hace varios años se ha buscado la forma de - aumentar la digestibilidad de los forrajes toscos o de mala calidad, sobre todo los esquilmos agrícolas. Entre los prodecimientos físicos se encuentran el tamaño de la partícula, humedad del ---- forraje, número de veces que se de el forraje o alimento, densidad y capacidad ruminal (Pigden y Bender, 1972).

Hay otros procedimientos para tratar de mejorar la digestibilidad de los forrajes lo cual se hace por medio de tratamiento -- químicos por la adición de álcali o ácidos, con el fin de que --- estos forrajes se hagan más disponibles al ataque microbiano a -- los compuestos celulares.

En la búsqueda de formas para mejorar la digestibilidad de - los forrajes se han venido haciendo desde principios de siglo --- Keller y Kibbler (1900) vieron que tratando forrajes toscos con hidróxido de sodio (10 a 20%) cociendolos a presión se mejoraba su digestibilidad.

Durante la primera Guerra Mundial 1914-1918, Rexen produjo -- una substancia llamada " FODDER CELLULOSE"tratando paja con hi-- dróxido de sodio bajo altas presiones y temperaturas, este proceso fué muy caro y solo se usaba en caso de emergencia (Hansen --- 1919). Beckman (1912) tratando forrajes con hidróxido de sodio a presión con agua caliente observó que la digestibilidad aumenta-- ba de 40 a 70%

En 1964 Pigden y Willson introdujeron un método sencillo para mejorar la digestibilidad el cual consistía en espolvorear hidróxido de sodio sobre el forraje.

Se han hecho otros experimentos en Dinamarca, en los cuales se pusieron en juego varios factores que fueron: presión, temperatura y diferentes concentraciones de hidróxido de sodio, el cual se concluyó que la mayor digestibilidad fué a 100 atmósferas a 100°C a una concentración de 6% de hidróxido de sodio (Rexen et.al., - 1972).

Se han usados otras sustancias químicas para mejorar la digestibilidad de los forrajes comparándolas con el tratamiento alcalino de hidróxido de sodio (Garret et.al., 1978), encontró que tratando forrajes a las mismas concentraciones con hidróxido de sodio, carbonato de sodio, sulfito de sodio, hidróxido de calcio, concluyó que la digestibilidad fué mayor cuando se usaba hidróxido de sodio.

Los tratamientos a los forrajes con hidróxido de amonio aumentan el contenido de nitrógeno en el forraje. Naik y Sha (1977) tratando forrajes con 6 a 12% de hidróxido de amonio/100 gr. de muestra, aumentó la digestibilidad de 44 a 54%; donde la proteína aumentó de 2.7 a 7%. Resultados similares fueron encontrados por Hiroshi et. al. (1979) observaron que el contenido de proteína fué triplicado con tratamiento de amonio sobre cáscaras y paja de arroz durante un período de dose meses a temperatura ambiente. También Garret et.al. (1974) concluyeron que al tratar forrajes con hidróxido de sodio e hidróxido de amonio con período de 30 días en bolsa de plástico, el nitrógeno aumentó de 0.7 a 1.49.

En experimentos in vitro Adeleye y Kitts (1973) tratando paja de arroz y madera de álamo con hidróxido de sodio e hidróxido de amonio se observó que aumentaba la digestibilidad de la celulosa de 16.4 a 57.6 y también se mejoraba el contenido de proteína de 2.6 a 5.3%, considerando que el tratamiento con hidróxido de amonio aumentaba la digestibilidad bacteriana.

La celulosa está presente en los tejidos de las plantas como fibras compuestas por microfibras que consisten en cadena de celulosa alineadas sobre el eje microfilar y que se unen por enlaces intra e intermoleculares (Garret et.al., 1974).

La celulosa es el compuesto más abundante en la estructura de las plantas, es insoluble al álcali, pero las cadenas debido a la disociación de los enlaces de hidróxido se vuelven más expuestas. Se ha visto que el tratamiento alcalino remueve parte de la lignina y de sílice y los enlaces existentes entre los grupos de ácidos urónico de la hemicelulosa y celulosa quedan hidrolizados (Lehninger, 1970) también se ha observado que se rompen los enlaces entre lignina y celulosa.

Se ha demostrado que existe una conexión entre el nivel de azufre de la planta, la calidad de la cosecha y el rendimiento animal.

El azufre es un elemento esencial para los microorganismos ruminales. Estos pueden utilizar formas orgánicas e inorgánicas de azufre para sintetizar algunas sustancias que contienen azufre como son aminoácidos azufrados y algunas vitaminas (Hale y Garrigus, 1953) aunque no se sabe con precisión si se utilizan mejor las fuentes orgánicas, ya que algunos autores reportan mejor utilización de las fuentes orgánicas (Gil et.al., 1973), mientras otros mencionan que no hay diferencia en la utilización de fuentes orgánicas e inorgánicas del azufre (Bull y Vandersall, 1973, Barton et. al. 1971).

El forraje utilizado en México para los rumiantes en generalmente bajo en proteína y como resultado debe ser suplementado con proteína para poder formular raciones disponibles. Desafortunadamente los suplementos proteicos son elevados en costos económicos y poco disponible por lo que se recurre a la suplementación con nitrógeno no proteico (NNP).

Con esta práctica, la relación de nitrógeno azufre que debe ser 15:1 en bovinos y de 10:1 en ovinos si se desea obtener rendimientos óptimos (Moir, 1970).

Los microorganismos ruminales son capaces de sintetizar todos los aminoácidos esenciales y vitaminas del complejo B, si se les proporciona un esqueleto de carbón, energía y fuentes minerales - como cobalto y azufre (Kolb et. al., 1975).

El 85% de los microorganismos ruminales requieren de amoníaco como fuente de nitrógeno y azufre para sintetizar los aminoácidos azufrados. Pocas bacterias tienen un requerimiento específico de aminoácidos azufrados preformados (Spears et.al., 1976).

El objeto de este trabajo es el estudiar la utilización del bagazo de Agave tequilana por los microorganismos del rumen, así como el efecto del tratamiento alcalino y el de la adición de -- urea y azufre sobre la digestibilidad in vitro de la materia --- seca del bagazo.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizó un becerro Holstein macho de 350 kg., de peso con una fístula ruminal permanente, como donador de fluido ruminal.

El animal se expuso a una adaptación previa la cual consistió en un ofrecimiento de cantidades progresivas de bagazo de Agave -- Tequilana en substitución de iguales cantidades de paja.

La dieta estuvo hecha de rastrojo de maíz 30%, alfalfa 20% -- paja de avena 25%, y bagazo de Agave Tequilana 25%.

El primer experimento se diseñó para estudiar el efecto de la concentración de hidróxido de sodio y duración del tratamiento alcalino sobre el bagazo del Agave Tequilana subproducto de la Industria Tequilera.

El bagazo fué obtenido de una planta productora de tequila en el estado de Jalisco y después de secado se procedió a hacer el examen Bromatológico.

Los in vitro se realizaron siguiendo la técnica de Tilley y Terry (1963)

El fluido ruminal fué colectado haciendo vacío a través de dos matraces. Se filtró a través de 7 capas de gasa y se pasó a un termo previamente calentado a 39 grados centígrados. El fluido ruminal se transportó al laboratorio donde se mantuvo bajo condiciones anaeróbicas. Después se diluyó con solución de Mc. Dougall la cual se encontraba a 30 grados centígrados. Se adicionó glucosa para proveer una concentración final de 0.05% vol/vol.

Bajo condiciones anaeróbicas se pasaron 30 ml. de la dilución con jeringa de plástico a matraces que contenían 0.5 gr. de bagazo seco y molido a través de una criba de 2 mm de diámetro, este bagazo fué tratado con hidróxido de sodio en concentraciones de 0,4,8, y 12% durante 24 y 48 horas.

Los matraces fueron colocados en una estufa a 38.5 grados centígrados con agitación constante.

Una vez concluida la digestión se detuvo con una gota de cloruro mercúrico para parar la actividad microbiana y se procedió a determinar la digestibilidad de la materia seca.

In vitro II.- En este experimento se estudió el efecto de la adición de azufre y urea sobre el tratamiento de hidróxido de sodio durante 24 horas siendo la fuente de azufre, Sulfato de sodio a una concentración de 0.15%. En este experimento se utilizaron matraces que contenía 0.5 gr. de bagazo de Agave tequilana más 0.15% de azufre y 1% de urea.

Se utilizó como testigo en la digestibilidad in vitro a la alfalfa cuya digestibilidad es conocida. Para determinar la digestibilidad de la materia seca se utilizó la técnica de Tilley y Terry ---- (1963).

TABLA I.- ANALISIS QUIMICO DEL BAGAZO DE AGAVE TEQUILANA.

MATERIA SECA	100%	84%
HUMEDAD	0%	16% *
PROTEINA	5.91	4.96
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	40.33	33.87
FIBRA CRUDA	41.75	35.07
EXTRACTO ETereo	4.88	4.10
CENIZAS	7.13	6.00

* Tal como se ofreció la muestra.

TABLA II.- RESULTADO DEL ANALISIS VAN SOEST DEL BAGAZO DE AGAVE
TEQUILANA.

PAREDES CELULARES	69.11%
CONTENIDO CELULAR	30.89%
FND	68.35%
FAD	56.02%
HEMICELOLOSA	13.09%
CELULOSA	40.65%
LIGNINA	13.17%
SILICE	0.76%

TABLA III.- DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL BAGAZO DE AGAVE TEQUILANA CON TRATAMIENTO DE HIDROXIDO DE SODIO CON Y SIN ADICION DE UREA Y/O AZUFRE.

	<u>CONCENTRACION DE HIDROXIDO DE SODIO</u>			
	0%	4%	8%	12%
BAGAZO DE MEZCAL -- SOLO.	22.93	26.3	29.3	20.6
	21.26	25.1	33.4	32.7
	20.41	27.6	31.1	36.6
BAGAZO DE MEZCAL CON 0.15% AZUFRE COMO SULFATO DE SODIO.	23.6	27.1	32.3	39.2
	23.9	29.6	33.4	27.4
	25.2	26.2	35.1	38.2
BAGAZO DE MEZCAL + 1% UREA.	29.1	41.3	45.4	46.1
	28.2	45.2	47.9	48.3
	33.1	51.8	51.8	45.1
BAGAZO DE MEZCAL + -- 0.15 AZUFRE 1% UREA.	29.9	46.11	51.2	53.1
	31.3	48.7	49.0	49.3
	32.1	46.1	49.3	46.1

TABLA III. Se evaluaron diferentes digestibilidades in vitro que presenta el bagazo de Agave Tequilana proporcionándole tratamiento con hidróxido de sodio a diferentes concentraciones 0,4,8 y 12%. La mayor digestibilidad se obtuvo a la concentración de -- 12%. Lo que demuestra que hay aumento en la digestibilidad a medida que aumenta la concentración de hidróxido de sodio. ($P < .05$)

Con la adición de azufre 0.15% peso de materia seca del bagazo, también la digestibilidad fué mejorada, del mismo modo con la adición de urea 1%. ($P < .01$)

DISCUSION

En el presente trabajo el bagazo del Agave tequilana fué tratado con diferentes concentraciones de hidróxido de sodio 0,4,8 y 12%. -- La adición hidróxido de sodio produjo un incremento progresivo en la digestibilidad de la materia seca. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Anderson y Ralston, (1973) Donefer, (1969) los --- cuales concluyeron que tratando los forrajes con hidróxido de sodio a diferentes concentraciones, de 2 a 10%, había un incremento en la digestibilidad a medida que aumentaba la concentración de hidróxido de sodio en el tratamiento, pero Rexen et. al. (1976) concluyeron - que la digestibilidad más alta se encuentra cuando los forrajes son tratados a una concentración de 6% de hidróxido de sodio/ peso de - materia seca. Similarmente Willis et. al. (1980) obtuvieron los --- más altos valores de digestibilidad cuando se trataba de 3 a 5% --- hidróxido de sodio/peso de materia seca sobre paja de arroz.

No hubo diferencia en el mejoramiento de la digestibilidad -- in vitro en los diferentes períodos de tiempo , 24 y 48 horas, --- durante los cuales se trató el bagazo del Agave con hidróxido de -- sodio. Esto se ve reforzado por los resultados por Anderson y Rals ton (1973) quienes observaron que no hubo diferencia en la digesti bilidad in vitro que fueron 12, 24 y 48 horas experimentando con - zacate Rye grass.

El tiempo necesario para obtener la mayor digestibilidad del forraje tratándolo con hidróxido de sodio normalmente se acepta que que son 12 horas (Montes, 1981). Sin embargo (Chandra y Jackson, - 1971) concluyeron que 18 horas es el tiempo necesario para obtener la mayor digestibilidad.

La urea es la fuente de (NNP) más utilizada en la dieta de -- los rumiantes, de la cual el 37% de la proteína total puede ser -- substituida por urea (Hungate, 1966).

En estudios realizados *in vitro* aplicando urea en forrajes pobres en proteína se obtuvieron resultados favorables (White et.al. 1973) - Del mismo modo Raleigh y Wallace (1963) obtuvieron buenas respuestas en bovinos en crecimiento suplementando la ración con 1.6% de urea. - Lo cual concuerda con los resultados obtenidos in vitro de la tabla - III donde se adicionó 1% de urea como fuente de NNP sobre el bagazo - del Agave tequilana el cual es bajo en proteína, se observó que la -- digestibilidad es más alta con respecto al Agave que no se le añadió urea.

El azufre es un elemento esencial para la nutrición de rumian-- tes. Se ha demostrado que existe una relación entre el nivel de ---- azufre existente en los pastos y el rendimiento animal, estos forra-- jes con adecuadas cantidades son importantes para el metabolismo del rumen (Hale y Garrigus, 1953).

Los microorganismos del rumen pueden utilizar tanto formas or-- gánicas como inorgánicas en las que se encuentra el azufre y de ahí sintetizar otros compuestos que contengan azufre (Spearks et.al., -- 1954; Kalhon et. al., 1975; Spears et. al. 1976), lo cual es confir-- mado en el experimento realizado in vitro con el Agave tequilana --- cuando se le anadió 0.15% de azufre en forma inorgánica de sulfato - de sodio produjo un aumento en la digestibilidad del bagazo del Aga-- ve. Esto demuestra una deficiencia de azufre del bagazo.

El azufre procedente del sulfato es rápidamente incorporado -- dentro de la proteína bacteriana del rumen (Henderickx, 1957; Emery et. al., 1957, Block et. al. 1951) citados por Hungate (1966) poste-- riormente este nitrógeno microbiano es incorporado dentro del suero sanguíneo o en la leche. En forma similar Jacobson et. al.(1967) - concluyeron que la adición de sulfato de sodio incrementaba la produc-- ción de leche al añadir 0.18% de azufre en la dieta. Sin embargo --- Bray y Hemley (1969) en estudio con ovejas no encontraron mejoramien-- to en el rendimiento del animal al incrementar los niveles de azu-- fre de 0.143 a 0.328%, esto se puede explicar por el elevado conteni-- do de azufre en la dieta.

La digestibilidad de la celulosa se reduce hasta en un 95% cuando hay una deficiencia de azufre (Martin et. al. 1964) esta conclusión se ve reforzada ya que Kennedy et. al. (1971) mencionan que el requerimiento de azufre para el desdoblamiento del almidón es más bajo que para la digestión de la celulosa, el requerimiento de (NNP) como fuente de nitrógeno usado en las dietas, necesita un mayor contenido de azufre (Spears et. al. , 1978).

La relación de nitrógeno azufre, en las raciones para rumiantes con el fin de obtener resultados óptimos debe ser 10:1 en ovinos (Moir, 1978), sin embargo Halftield (1972) observó que para bovinos la relación nitrógeno azufre debe ser 12:1 en vacas lactantes con producción media y 15% de proteína en la dieta. Gil et. al. (1972) concluyeron que en experimentos in vitro la adición de azufre, favorece la incorporación de nitrógeno a las bacterias, esto concuerda con lo obtenido en los estudios in vitro del Agave en el cual hubo aumento en la digestibilidad del bagazo cuando se añadió 0.15% de sulfato de sodio como fuente de azufre y 1% de urea.

Trabajos realizados sobre el aprovechamiento del bagazo del Agave tequilana como ingredientes en la ración de rumiantes, no se encontró literatura al respecto en la literatura consultada en general, tanto el bagazo como las hojas o pencas verdes se tiran y no se aprovechan como alimento. El agave atrovirens del cual se extrae el pulque sus hojas o pencas han sido utilizados en raciones para rumiantes aprovechándose en la alimentación del ganado dando excelentes resultados en la producción (Flores, 1980). Otro tipo de Agave es el que se utiliza en el Estado de Yucatán para la extracción de henequén (Agave Fourcroides). Con la pulpa de este Agave Sanginés y Shimada (1978) concluyeron que esta pulpa no es capaz de mantener un balance energético adecuado en la ración. En otro experimento con esta misma pulpa, Rios (1981) la proporcionó en ganado lechero y concluyeron que puede substituir un 80% al pasto sin haber pérdida de peso o de producción en el ganado.

RESUMEN

Se estudió la digestibilidad in vitro del Agave tequilana con el objeto de conocer su posible aplicación en la nutrición de rumiantes.

Se realizaron en total 2 experimentos in vitro. En el primer se comparó la digestibilidad que obtendría tratándose con hidróxido de sodio a diferentes concentraciones 0,4,8 y 12% a diferentes períodos de tiempo 24 y 48 hrs.

El segundo experimento in vitro se comparó el efecto que producía con la adición de urea 1%, azufre 0.15% y conjuntamente la adición de urea y azufre.

El primer experimento in vitro se observó que tratando el bagazo del Agave tequilana con hidróxido de sodio hay un aumento considerable en la digestibilidad con respecto al bagazo que no se le proporcionó este tratamiento. Siendo mayor la digestibilidad a medida que aumentaba la concentración de hidróxido de sodio con que fue tratado este bagazo, 12%. No se observó diferencia en las digestibilidades cuando se trató a diferentes intervalos de tiempo 24 y 48 horas.

En el segundo experimento in vitro al añadir urea se observó un aumento en la digestibilidad, del mismo modo con la adición de azufre los resultados fueron favorables, pero al añadir urea y azufre conjuntamente los resultados fueron óptimos.

CONCLUSIONES

1. El bagazo del Agave tequilana puede ser utilizado en la nutrición de rumiantes ya que se demostró en los experimentos ----- in vitro puede ser digerido por los microorganismos del rumen. Pero debe ser suplementado por una fuente de nitrógeno y azufre con el objeto de obtener una mayor digestibilidad.

2. El tratamiento alcalino mejoró la digestibilidad del bagazo del Agave tequilana obteniéndose el mejor resultado con las concentraciones más altas de hidróxido de sodio. La recomendación de la concentración de hidróxido de sodio a -- usar sea netamente económico.

3. El bagazo de Agave tequilana es deficiente en nitrógeno y azufre lo cual se demuestra con las respuestas positivas obtenidas con la suplementación de estos 2 elementos.

BIBLIOGRAFIA

1. Adeleye I.O.A. y W.D. Kitss. 1974. The effect of nitrogen source on the in vitro cellulose digestion of chemically treated oat -- straw and poplar wood. Agric. Sci. 82: 571-573.
2. Anderson, D.C., A.T. Ralston. 1973. Chemical treatment of rye --- grass straw in vitro dry matter digestibility and compositional changes. J. of Anim Sci. 37:148-152.
3. Barton, J.L., L.S. Bull y R.W. Hemken. 1971. Effect of various - levels of sulfur upon cellulose digestion in corn fodder pellets in vitro J. Anim. Sci. 33682.
4. Bull, L.S. y J.H. Vandersall. 1973. Sulfur source for in vitro - cellulose digestion and in vitro ration utilization, nitrogen - metabolims and sulfur balance. J. Dairy Sci. 56:106.
5. Church. D.C. 1971. Digestive Physiology and nutrition of rumi--- nants, ed. Senior Author, segunda edición U.S.A. 2:25.
6. Church, D.C. y W.G. Pond 1974. Basic animal nutrition and feeding ed. Copryght, quinta edición U.S.A. pag. 112.
7. García Ayala José Luis. Panorama general de los Agaves y su poten cial de aprovechamiento. De memorias sobre simposio de Agaves --- (D.G.A.F.)
8. Flores, M.J.A. "El Maguey como Planta Forrajera", de Bromatología animal, ed. Limusa, segunda edición, 1980 Méx. pags. 466 y 467.
9. Garret. HG.W., G.O. Kholer., A.C., Waiss, Jr. R.P.Glahan N.E. -- East y M. R. Herart 1974. Nutritive value of NaOH and NH₃ trea-- ted rice straws. J. Animal Sci 38:1342 (Abst).

10. Garret. W.N., H.G., Walker, G.O. Khoer y M.P., Herart, 1978, Response of ruminants to diets containing sodium hidroxide or ammonia treated rice straw. J.Anim Sci. 48:92-103
11. Gil. L.A., R.I., Shirley y V.E., Moore 1973. Effect of methio nine hydroxyyanalog on bacterial protein synthesis from urea and glucose, starch or cellulose by rumen microbes in vitro . J.Anim. Sci. 37:159.
12. Guerrero, P.M.A. 1979, Estudio de la producción tequilera informe técnico I.B., Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N.
13. Gurtler, H.H.A. Kets. E, Kolb. Schoroder y H. Seidel 1975. -- fisiología veterinaria ed. Acriba (España), segunda edición de la tercera Alemana, vol. 1 pps. 157-161.
14. Hale, W.H., y U.S. Garrigus. 1953. Synthesis of cystine in wool from elemental sulfur J. Anim. Sci. 12:492.
15. Hiroshi Itoh, Y.T, y T.Y. Nobuhito. 1979. Evaluation of fibrous materials in low roughages. Jap. Zootech. Sci. 50 (1) - 55-62
16. Hiroshi Itoh, Y.T., T.Y. Nobuhit y Y. Matsui. 1975 Improving the nutritive values of rice straw and rice hulls by ammonia treatment. Jap. J. Zootech Sci. 46 (2): 87-93
17. Hungate, E.R. 1966. The rumen and its microbes. ed. Academic. Press, pps. 336-338.
18. Lehninger. L.A. 1970. The molecular basis of cell structure and function, ed. Worth Publishers, second edition U.S.A pps. 267 268.

19. Magaña. P.A., 1980 Obtención de celulosa a partir del henequén. Miembro de Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, A.C. Trabajo presentado con motivo del simposio sobre Agave organizada por Cordemex, S.A. de C.V., en Mérida, Yuc.
20. Moir, R.J. 1970 Implications of the N:S ration and differential recycling pg 165 in symposium, Sulfur in Nutrition O.H. Muth - and J.E. Oldfield, eds. AVI Publishing Co., Westport, Conn.
21. Montes, R.A. 1981 Evaluación del bagazo del maguey tequilero -- como ingrediente en la ración de rumiantes. Tesis presentada -- para obtener I.V.A. U.A. Chapingo.
22. Novelo, R.A. 1981. El henequén como fuente de esteroides. Primer K'atum, dirección técnica Cordemex.
23. Pigden, W.J. y Bender F. 1972. Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes. Rev. mundial Zoot. 4:7-10
24. Rios P. 1981 Aprovechamiento integral del henequén. Cordemex -- S.A. de C.V., Dirección Técnica.
25. Russel, B.J. y R.L. Baldwin 1978. Substrate preferences in rumen bacteria: evidence of catabolite regulatory mechanisms. Appl. -- Environ. Microbiol 36 (2): 319-329.
26. Sanguinés G.R. y S.S. Armando 1978. valor nutritivo de los sub-- productos del henequén (Agave Fourcroydes) para el borrego Tabasco. Tec. pec. 34: 16-20
27. Spears, J.W. D.G., Ely, L.P. Bush y R.C. Busckener, 1976 Sulfur supplementation and in vitro digestion of forage cellulose by rumen microorganismo J. Anim. Sci. 43:513.
28. Tilley, J.M. y Terry, R.A. 1963. two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassland Soc. 18,104.

29. Van Soest, P.J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages J. Anim. Sci. 26 (1): 119-128
30. Van Soest P.J., 1968 Nutritive evaluation of forages by chemical procedures. Georgia Nutrition Conference, proceedings ---- Atlanta, Georgia, U.S.A. pps. 42-49
31. Van Soest, P.J. y R.H. Wine 1968 Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber whit permanganate, J. Assoc. Official anal, Chem. 51:780.
32. Vera P.T. 1981. Los Agaves problemas sociales del monocultivo. Conferencia organizada por D.G.A.F.