

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



“DIGESTIBILIDAD DEL MAGUEY”

TESIS QUE PRESENTA  
*HILDEBRANDO JESUS RUIZ LOZANO*  
EN OPCION AL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1975

F  
SF99  
.M25  
R8  
C.1





1080063425

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

"DIGESTIBILIDAD DEL MAGUEY"

TESIS QUE PRESENTA  
HILDEBRANDO JESUS RUIZ LOZANO  
EN OPCION AL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1975.



T  
SF 99  
• M 25  
R 8



040.633  
FA 8  
1975  
c-5

## I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION .....	1
LITERATURA REVISADA .....	3
1 .- Historia .....	3
2 .- Utilidad .....	5
3 .- Características Botánicas .....	6
4 .- Nutriólogo .....	8
5 .- Experimento de Digestión y Coeficiente de Digestibilidad .....	8
6 .- Método de Utilización de la Energía .....	10
7 .- Métodos para evaluar la energía de los alimentos	10
8 .- Valor nutritivo de los forrajes .....	11
9 .- Determinación de la Digestibilidad .....	12
10.- Digestibilidad aparente .....	13
11.- Métodos para la recolección de las materias fecales.....	13
12.- Indicadores .....	15
MATERIAL Y METODOS .....	17
1 .- Preparación del forraje .....	17
2 .- Productos usados .....	17
3 .- Animales y su manejo .....	20
4 .- Utilización del Oxido Crómico .....	20
5 .- Muestreo de las Heces .....	21
6 .- Determinación del Oxido Crómico en los animales y en las heces .....	21



## II

	Pag.
RESULTADOS Y DISCUSION .....	23
1 .- Coeficientes de Digestibilidad .....	25
RESUMEN .....	36
CONCLUSIONES .....	39
BIBLIOGRAFIA .....	40

## INDICE DE TABLAS

<u>TABLAS No.</u>		<u>Pag.</u>
1	TABLA DE TRATAMIENTOS .....	18
2	ANALISIS BROMATOLOGICO DE LOS ALIMENTOS	19
3	ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS HECES .....	24
4	PORCIENTO DE LA DIGESTIBILIDAD DE LOS TRATAMIENTOS I, II, III, IV Y V .....	25
5	TOTAL DE NUTRIENTES DEL MAGUEY .....	26
6	TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES DEL TRATAMIENTO V .....	27
7	NECESIDADES PARA UNA VACA DE 326 A 350 - KGS.....	28
8	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES QUE APORTA EL TRATAMIENTO II. MAGUEY + HARINOLINA...	29
9	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES QUE APORTA EL TRATAMIENTO I. MAGUEY + CARTAMO .....	30
10	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES QUE APORTA EL TRATAMIENTO IV. MAGUEY + CASCARILLA .	31
11	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES QUE APORTA EL TRATAMIENTO III. MAGUEY + MELAZA .....	32
12	PESOS DE CADA ANIMAL DE DICHO EXPERIMENTO	35
13	TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES .....	38



## I N T R O D U C C I O N

Debido a la escasez que tenemos de forraje en nuestra región y al alto valor que tienen los alimentos para el ganado, nos vemos en la necesidad de incrementar plantas forrajeras que se desarrollen - en los factores adversos que hay en esta región donde falta la precipitación pluvial, así como por las frecuentes heladas que se presentan durante el período de invierno.

Una de las plantas que reúne un mínimo de humedad y con mucha-resistencia a las temperaturas bajas es el Maguey Cenizo (Agave As-perrima Jacobi), planta que se le conoce como una especie ampliamente distribuida entre los chaparrales, laderas de los valles, frecuentemente crecen en montañas, planicies abiertas al sol y sobre suelos algo pedregosos, sin embargo, no se tiene mucha investigación sobre su valor nutritivo al usarlo como forraje.

Tomando en cuenta ésto, se procedió a determinar la energía digestible de esta planta con el propósito de que los ganaderos conozcan la cantidad de nutrientes digestibles totales que posee y el costo de cada tratamiento para que mejoren su utilización en la alimentación del ganado.

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

- 1 .- Determinar la digestibilidad del Maguey (Agave Asperrima Jacobi).
- 2 .- Determinar la digestibilidad del Maguey suplementado con harinolina.
- 3 .- Determinar la digestibilidad del Maguey suplementado con cascarilla.
- 4 .- Determinar la digestibilidad del Maguey suplementado con cártamo (molido).
- 5 .- Determinar la digestibilidad del Maguey suplementado con melaza.



## LITERATURA REVISADA

### 1 .- HISTORIA

Metl es un árbol o cardo que en lengua de las islas se llama Maguey, del cual se hacen y salen tantas cosas que es como lo que dicen que hacen del hierro.

Tiene sus ramas o pencas verdes, tan largas como vara y media-de medir, van seguidas como una tela, del medio gruesa y adelgazando los lados del nacimiento, va acanalada y adelgazándose hasta la punta, que la tiene tan afilada como una púa o un punzón; de estas pencas tiene cada maguey treinta o cuarenta, poco más o menos, según su tamaño, porque en unas tierras se hacen mejores y mayores que en otras.

Las púas en que se rematan las hojas sirven de punzones, pues son agudas y muy recias, tanto que sirven algunas veces de clavos, porque entran por una pared y por un madero razonablemente; aunque su propio oficio es servir de tachuelas cortándolas pequeñas en cosa que se haya de volver a roblar, y para hacer que una púa pequeña al sacar la extraigan con su hebra, podría servir de hilo y aguja.

Los pintores y otros oficiales sacan provecho de estas hojas. Hasta los que hacen casas toman un pedazo y en él, llevan barro. Sirven también de canales y son buenas para ello.

Si en este Metl o Maguey no le cortan el vástago incipiente -

para tomar el líquido azucarado sino que se le deja espigar como es usual o natural, echa pinpollo tan grueso como la pierna de un hombre y crece dos o tres brazas, y una vez echada su flor simienta - secarse. En siertos lugares donde hay escasa madera, sirve para - hacer casas, ya que de él salen buenas tejas.

Cuando el Metl obtiene la forma de un árbol se seca todo hasta la - raíz, lo mismo sucede después de que se le ha extraído el líquido - azucarado.

Las pencas secas se aprovechan para hacer fuego, ésto es uti - lizado en su mayor parte por la gente de escasos recursos. Las cenizas también es utilizada para hacer lejía.

Es muy saludable para una chillada o una llaga fresca, tomada - una penca y echada en las brasas, sacar el zumo así caliente.

Para la mordedura de la víbora, han de tomar de estos magueyes chiquitos, del tamaño de un palmo, la raíz que es tierna y blanca, - el zumo, mezclando con el zumo de ajenjos de los de esta tierra y - lavar la mordedura, luego sana; esto se entiende, siendo fresca la mordedura.

Con el líquido de este Metl, se hacen muy buenas cernadas, (ca - taplasmás) para los caballos, esto es fuerte, cálido y más apropia - do para ésto. No como el vino que hacen los españoles (de uva).

En las pencas u hojas de este maguey hallan los caminantes a - gua, pues cuando llueve, algunas de ellas retienen en sí el agua. (19)

## 2 .- UTILIDAD

En México y en otros países de América, se aplica a numerosas especies del género Agave, propias de las regiones áridas.

Se clasifica por su utilidad en cuatro grupos:

### 1.- Obtención del alcohol.

Las especies más importantes para la obtención del alcohol es el \* A. Tequilana, del que se obtiene las bebidas llamadas mezcal y tequila.

### 2.- Obtención de textiles.

Entre las especies exportadas como textiles que proporcionan - Ixtle Sotal, Henequén, Zapope, etc., son las más estimadas.

\* A. Sisalana y \* A. Deweyana.

### 3.- Obtención del aguamiel.

Entre las cultivadas para la extracción, esta el \* A. Atrovierens.

### 4.- Obtención de forrajes.

Para el forraje tenemos el maguey cenizo Agave Asperrima Jacobi. Son plantas adaptadas a terrenos áridos por la epidermis apergaminada de sus hojas, los antiguos mexicanos fabrican con las hojas una especie de papel. (15)

\* A. = Agave

### 3.- CARACTERISTICAS BOTANICAS

Familia Amaryllidaceae (Amarilladaceas), esta familia comprende desde plantas herbáceas hasta arbóreas, cuyas raíces fibrosas a veces muy grandes, ramificadas y profundas, parten de un tallo subterráneo con aspecto de rizoma o de bulbo. Las hojas se disponen comúnmente de roseta y rara vez se encuentran sobre un tallo espi-- geo, en algunas especies son muy grandes, anchas y carnosas, debido a que almacenan jugos nutritivos (maguey), las flores son hermafroditas, actinomor (rara vez zigomorfas), trimeras, solitarias o agrupadas en inflorescencias muy diversas, el fruto puede ser cápsula o baya. Estas plantas tienen caracteres muy semejantes a las liláceas de las cuales se diferencian principalmente por su ovario ínfero, - su fórmula es :

$$P_3 + 3 + A_3 + 3 + G(\bar{3})$$

Estas plantas son Xerófitas, características de la Meseta Central de México, desarrollándose en las zonas áridas, son vegetales muy robustos, lampiños glaucos plurisanuales, con raíces fibrosas - muy ramificadas y extendidas que penetran a gran profundidad del - suelo, las cuales parten de un tallo muy corto y grueso de donde na ce, en forma de roseta, numerosas hojas bastante grandes (hasta de dos metros de longitud), alesnadas, sisiles cóncavas, anchas y grue sas, jugosas y fibrosas con bordes espinosos y que rematan en una - larga púa muy aguda, ligeramente encorvada y bastante resistente.

El maguey florece al cabo de ocho a diez años más o menos; pa-

ra ello emite, de la región central y basal de la roseta de hojas.- un robusto eje floral llamado "Quiote" hasta de 4 y 5 metros de altura, cubriendo de bracteas triangulares y que termina en un enorme inflorescencia en panícula (racímo compuesto) provista de numerosas ramificaciones que, a su vez, llevan gran cantidad de flores amarillentas o verdes amarillentas.

Las flores son hemafroditas, poseen pedúnculo corto y grueso, perigonio de seis pétalos (tres externos y tres internos) androceo-ovario ínfero y tricarpelar, del cual parte un largo estilo que termina en un estigma ensanchando provisto de tres surcos poco marcados.

El fruto es una cápsula con numerosas semillas morenas, la multiplicación se efectúa generalmente por vástagos o pequeños magueyes que hacen de las raíces junto a la base de la planta adulta, pues los magueyes cultivados dan semillas por común estériles como cada maguey da numerosos hijuelos o vástagos, la propagación es intensa.

A medida que se desarrolla el "Quiote" del maguey, las hojas se van agotando hasta que se secan y la planta se muere; esto indica que las reservas acumuladas en las hojas se emplean en la floración. Sin embargo, es raro observar plantas con sus inflorescencias pues generalmente los campesinos que los cultivan cortan el vástago incipiente desde su base formando una cavidad en medio de las hojas en la cual escurre un líquido azucarado, el aguamiel que es recogido diariamente, raspando después la cavidad para estimular la producción de nuevo líquido y evitar la cicatrización; en estas condi



ciones las cavidades se agrandan paulatinamente y el maguey produce aguamiel durante dos o tres meses y más, al cabo de los cuales según la especie del mismo, muere; el aguamiel fermentado por la acción de numerosas bacterias y levaduras y mediante un procedimiento rudimentario y empírico muchas veces poco higiénico, de lugar al pulque, bebida viscosa de color blanco y olor particular que contiene numerosos microorganismos saprofitos, diversas sustancias nutritivas y vitaminadas pero también productos tóxicos debido a que no se tiene ningún control científico en su elaboración. Las hojas del maguey son ampliamente utilizadas, pues de ellas se extraen fibras textiles muy empleadas en cordelería, su epidermis se puede utilizar como pergamino y cuando está seca, proporciona un buen combustible. (24)

#### 4 .- NUTRIOLOGO

El nutriólogo es el científico que lleva a cabo la investigación para que el organismo animal obtenga los elementos nutritivos: proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas, minerales y agua necesarios para mantener su vida vegetativa y de relación. (17)

#### 5 .- EXPERIMENTO DE DIGESTION Y COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD

A fin de determinar la digestibilidad de un alimento para determinada clase de ganado, es preciso realizar experimentos de digestión en los cuales el químico determina en primer lugar por medio de análisis, el porcentaje de cada principio nutritivo contenido en el alimento, después se alimenta al animal con cantidades pesadas -

del alimento durante un período preliminar de algunos días con el fin de que todos los residuos de alimentación anterior sean expulsados del tubo digestivo.

Durante el experimento de digestión se suministra diariamente al animal la misma cantidad de alimento y se recogen las heces cuidadosamente, se presentan y se toman muestras que se analizan. La diferencia entre la cantidad de cada principio nutritivo proporcionada diariamente y la cantidad recolectada en las heces es la cantidad que ha sido digerida, recibe el nombre de Coeficiente de Digestión de ese principio nutritivo .. (11)

La digestión de un principio alimenticio varía de acuerdo con algunos factores tales como la naturaleza del alimento del que forma parte la especie, la individualidad del animal y el plano de nutrición (14, 7, 17) pero ni la frecuencia de las comidas ni la hora de tomarlas, ni la cantidad de agua bebida parece tener influencia sobre la digestibilidad; cuando el trabajo es excesivo la reduce y un ejercicio moderado tiende a aumentarla. (23)

Se afirma que a mayor proporción de azúcares y almidones menos digestión habrá de la fibra cruda, pues los microorganismos del rumen atacan primordialmente a los carbohidratos de fácil digestión y posteriormente a la fibra. (1)

Las condiciones en la panza son anaeróbicas, es decir, sin oxígeno y por lo tanto, sólo ciertos organismos pueden vivir en el medio. Se conoce más de 30 especies de infusorios que viven en cantidades hasta de cuatro millones por centímetro cúbico de material de la -

panza. Las bacterias son todavía más numerosas y de muchas clases. Las especies de microorganismos cambian con los forrajes y las estaciones del año. (1)

#### 6.- METODO DE UTILIZACION DE LA ENERGIA

La energía alimenticia para animales requiere de la utilización de un calorímetro especial para animales. Estos calorímetros pueden contener un animal durante la época de la prueba. Tienen equipos para medir el consumo de oxígeno, la producción de calor y la pérdida de energía en forma de gas. Estos datos, con el consumo de alimento y las pérdidas como heces y orina, permiten el cálculo de energía neta para el animal. Equipos de este tipo hay muy pocos debido a que su construcción y mantenimiento son caros. Los calorímetros para animales que existen, rinden mucha información valiosa. (5)

La energía es una medida altamente significativa del valor nutritivo de los alimentos. Se considera como la mejor base para planear raciones para la alimentación del hombre y de los animales. Unido a ésta se considera que el valor del forraje depende también del contenido de proteínas y de carbohidratos, así como el grado de que estén disponibles como principios nutritivos digestibles. (19)

#### 7.- METODOS PARA EVALUAR LA ENERGIA DE LOS ALIMENTOS

No todos los alimentos son capaces de producir energía calórica pero en nutrición animal resulta muy útil reducir a un común denominador todos los alimentos susceptibles de carbono, las grasas y las

proteínas. (18)

Carmpton afirma que la energía es el primer factor limitante - en el valor nutritivo de los forrajes. (13) Uno de estos métodos - es el de nutrientes digestibles totales (N.D.T.), el cual requiere una prueba previa de digestión en vivo. (12)

#### 8 .- VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES

Los forrajes son alimentos ásperos como se les denomina habitualmente, contienen elevadas porciones de fibras o de materiales no digestibles. (16)

Para expresar el valor nutritivo de los forrajes se emplean - términos entre ellos figuran en P.N.D.T. (Principios Nutritivos Digestivos Totales), la energía digestible, la energía metabolizable, la energía neta y la eficiencia en la utilización de los alimentos.

Los nutrientes digestibles totales se calculan a partir del análisis bromatológico para así obtener la energía útil, total de un alimento. (11)

#### 9 .- DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD

Una prueba de digestión requiere el registro de las sustancias consumidas y de las cantidades que se excretan en las heces. En la determinación de digestibilidad no se pueden precisar todas las pérdidas con exactitud, la prueba de digestibilidad siempre es muy importante. El factor más valioso en la determinación del valor nutritivo relativo de un alimento es la pérdida relativa de energía -

de las heces.

En vista de que la digestibilidad de un alimento consiste en la diferencia entre los nutrientes consumidos y los que aparecen en las heces, la digestibilidad se puede calcular midiendo cada clase de nutrientes. Por lo tanto la prueba convencional consiste en medir los nutrientes consumidos durante el período determinado y recoger toda la materia fecal producida durante el mismo período.

Se puede suministrar un marcador con un colorante cuando el animal come, el alimento se introduce al rumen en cantidades relativamente grandes y con un mínimo de masticación cuando termina de comer, el animal rumia, regurgitando el alimento en un pequeño bolo alimenticio de unos 100 gramos. Este bolo se remastica y lo devuelve al rumen regurgitando luego otro bolo, las contracciones del rumen garantizan que el nuevo bolo sea de materia diferente, sin embargo, no se puede garantizar que el animal no regurgite y mastique, pues unas porciones pueden permanecer en el rumen durante horas o días enteros. Para contrarrestar estos factores, el período preliminar de la prueba de digestibilidad de un rumiante es más largo que para el monogástrico acostumbrándose a un mínimo de unos siete días. Es necesario que transcurra algún tiempo para permitir al organismo desarrollar una población de las bacterias necesarias para digerir el tipo de alimento bajo observación. (5)

Debido a la naturaleza del rumen, el alimento no se moviliza directamente a través del aparato digestivo, no se efectúa a base de un sistema en que el primero en llegar es el primero en salir. (22)



## 10 .- DIGESTIBILIDAD APARENTE

En aquella fracción de la ingesta que no es recobrada en las heces, cuando esta fracción no recuperada se expresa como porcentaje de la ingesta, recibe el nombre de coeficiente de digestibilidad (La palabra aparente se omite por lo general). Lógicamente esto supone que las heces no contienen ninguna porción de los nutrientes que hayan sido digeridos y absorbidos.

Con nutrientes tales como la proteína, se presenta otro problema relativo a la digestibilidad de la proteína de la dieta, la proteína es atacada en el tracto digestivo por los jugos y los microorganismos, por lo tanto, además de proteínas no digerida de la dieta, las heces pueden contener proteínas de origen bacteriano, más aún, porciones de la proteína digerida y absorbida serán metabolizadas dando compuestos que posteriormente son reexcretados al tracto digestivo, como enzimas digestivas, de las cuales algunas serán eliminadas con las heces, así las heces contendrán sustancias nitrogenadas de tres orígenes, es decir, nitrógeno de los jugos digestivos y nitrógeno residual de la dieta no digerida. (10)

## 11 .- METODOS PARA LA RECOLECCION DE LAS MATERIAS FECALES

Hay varios métodos para recolectar los excrementos, en un experimento sobre la digestión. Para los novillos y los carneros se emplean bolsas colectoras que se sujetan al animal, esta bolsa no sirve para hembras a causa de la imposibilidad de separar la orina de las materias fecales. En la experimentación con vacas lecheras, una persona recoge el excremento y la orina en el momento de las

evacuaciones, para lo cual tiene que permanecer detrás del animal, - es un procedimiento exacto, pero costoso. (13)

El propósito de la recolección parcial de heces es evitar el - tipo y el costo de la recolección parcial no está exenta de proble - mas. Es de primordial importancia saber cuando tomar la muestra pa - ra asegurarse que sea representativa. Este problema se ha estudiado para intensivamente, y en especial, en relación con los patrones de excreción de \*  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  los resultados de tal estudio parecen indicar - que es necesario tomar una muestra por la mañana y una por la tarde - para obtener repeticiones y una muestra respectiva.

El método para tomar la muestra depende del control que se prac - tique sobre los animales. Un animal estacionario no presenta proble - mas. La introducción de un dedo en el recto generalmente induce a - una reacción involuntaria que culmina en la defecación, la rapidez - de la reacción depende del tiempo transcurrido desde la última defe - cación con un poco de paciencia casi siempre se obtiene el resultado deseado.

Después del segundo o tercer día de la prueba casi no hay difi - cultad. En esta forma se obtiene una muestra fresca y sin contamina - ciones y además se identifica positivamente al animal. (5)

La substancia que sirve de indicador debe ser fisiológicamente - inerte y no tiene que contener ninguno de los elementos que se están investigando. Cuanto menos difusibles tanto mejor es. Se usa como - indicador cadmín, óxido férrico, óxido crómico y hollín. Ningún in -

\*  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  = OXIDO CROMO

dicador ofrece completa exactitud. (20)

## 12 .- INDICADORES

El óxigeno crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), es el marcador más usado para rumiantes. Puede mezclarse directamente con el alimento, administrándose en cápsulas, mezclarse con una sustancia aglomerante y suministrarse como píldoras, homogenizarse con aceite, o mezclarse con pulpa hecha en forma de papel para alimentación. Debido a que el óxido crómico no es absorbido por el sistema digestivo, es lógico esperar que todo el óxido crómico esté en las heces. Sin embargo, aunque se encuentra la misma cantidad de óxido crómico el porcentaje relativo de materia seca en las heces es mucho más grande que el que estuvo en relación con la materia seca del alimento. Esta diferencia se debe a la absorción de la materia seca del alimento durante el tiempo que permanece en el sistema digestivo, y es la que hace posible calcular la digestibilidad sin necesidad de hacer una colección total de las heces. Cuando la ración consiste en un forraje tosco, no hay oportunidades de mezclar el óxido crómico en el alimento. En estos casos el óxido crómico se suministra a intervalos regulares, casi siempre con las comidas de la mañana y de la tarde. Las heces son muestreadas con regularidad, por lo común directamente del recto. Con una ingestión constante de óxido crómico y materia seca y están bueno como si el óxido crómico hubiera sido mezclado junto con el alimento. (5)

La administración del óxido crómico puede ser de 1.5 a 2.5 Grs. diarios por cada 45 Kgs. de peso del animal. (9)

Archibali J.C., afirma que en las determinaciones de la digestibilidad de los forrajes, dió resultados más uniforme el óxido crómico que la lignina. (2)

Se llevó a cabo un estudio de digestibilidad de los pastos imperial (Axonopus Scopariys), suministrándose ocho granos de óxido crómico, por medio de cápsulas de gelatina en la mañana y en la tarde. La técnica del óxido crómico con una colección principal de heces fue usada para determinar el rendimiento de heces. Los animales recibieron el óxido crómico durante los doce días, siete preliminares y cinco de colección. (4)

Para obtener el resultado de este experimento se llevan a cabo los siguientes cálculos que se requieren para determinar la digestibilidad de un principio nutritivo de la ración, son los siguientes:

$$\text{Procedimiento de la Digestibilidad} = 100 - \left( 100 \frac{\% \text{ Indicador en Alimento}}{\% \text{ Indicador en heces}} \right)$$

$$\% \frac{\text{Nutriente en heces}}{\text{Nutriente alimento}} \quad (5)$$

## MATERIAL Y METODOS

El presente experimento fue efectuado en el Campo Experimental Agropecuario de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en la Ex-hacienda El Canadá, iniciándose el 2 de Octubre de 1974 y terminándose el 8 de Diciembre de 1975.

### 1 .- PREPARACION DEL FORRAJE

El Maguey se preparó de la siguiente manera: cortándose las espinas laterales y terminales de la penca y picándose el resto en trozos de un tamaño aproximadamente de 5 cm. de ancho y 10 a 15 de largo para que no tuvieran los animales dificultad alguna al comerlo y cortándose las puntas necesarias durante el día para evitar su deshidratación, éstas aproximadamente fueron de la misma edad y del mismo peso.

### 2 .- PRODUCTOS USADOS

Se dió con los siguientes suplementos, harinolina el cual es un subproducto de la semilla del algodón (*Gossyp Ivm Hirsutum L.*), - cascarilla la cual también es un subproducto que proviene de la extracción de la fibra, o sea, el sobrante del algodón, cártamo molido y por último melaza de caña (Bagacillo de caña), éste proviene de la caña de azúcar, la cual ha sido usada satisfactoriamente para suplementar el pasto durante el invierno ya que no es dañada por el frío, se propaga vegetativamente. (8)



La tabla 1, indica los tratamientos que se llevaron a cabo en este experimento, en la tabla 2, se muestran los valores nutritivos de los alimentos que se dieron en dicha prueba, obteniendo del análisis bromatológico efectuado de la materia prima.

TABLA #1.- Tabla de los Tratamientos

Tratamiento	Forraje	Suplemento
1	Magüey 35 Kgs.	Cártamo 1 Kg.
2	Magüey 35 Kgs.	Harinolina 1 Kg.
3	Magüey 35 Kgs.	Melaza 1 Kg.
4	Magüey 35 Kgs.	Cascarilla 1 Kg.
5	Magüey 35 Kgs.	Testigo

TABLA #2.- Análisis Bromatológico de los alimentos

Componentes	Magüey	Harinolina	Melaza	Cascarilla	Cártamo
Proteína	.770	44.34	5.26	4.52	24.23
Grasa	1.8775	2.25	8.15	2.65	1.15
Fibra C.	16.1050	7.80	13.80	48.00	12.60
Cenizas	1.05	6.40	9.45	2.00	4.35
Calcio	23.75	1.22	2.30	2.43	.36
Fósforo	0.00	1.960	0.000	0.000	.510
Nitrógeno	.1236	7.095	.856	.724	3.892
Humedad	84.237	8	13.75	10.37	9
Carbohidratos	1.480	31.60	33.60	32.60	31.60

### 3 .- ANIMALES Y SU MANEJO

Los animales que se utilizaron para este experimento fueron 5 vacas cruzadas, 3 Holstein con Angus, Holstein con Charolays y Cebú con criolla; la edad, aproximadamente de 40 a 60 meses y un peso entre 275 Kgs. a 395 Kgs. o sea, el peso promedio de 326 Kgs.; los animales se trajeron del lugar de donde pastaban hacia sus respectivos corrales 30 días antes de empezar el período preliminar para darles el maguey y que no hubiera residuos de otros pastos. Las vacas se tenían en un corral de 2 x 4 Mts. aproximadamente, a cada una con su respectivo recipiente de agua y sal; se hizo de este modo para que no ingirieran otro alimento. El alimento se les proporcionaba dos veces al día, a las 8.00 A.M. y a las 6.00 P.M.

Las pruebas de digestibilidad se efectuaron en el orden y fechas siguientes:

<u>PERIODO PRELIMINAR</u>	<u>PERIODO DE COLECCION</u>	
	<u>Iniciación</u>	<u>Terminación</u>
2 de Noviembre - 1974	20 de Nov.	29 de Nov.

### 4 .- UTILIZACION DEL OXIDO CROMICO

Se escogió como substancia indicadora al óxido crómico por tener menos variaciones de concentración en las heces, se les proporcionó antes de servir su alimentación y para evitar pérdida y costo de él, se optó por darlo en bolos, los cuales están compuestos de harina de -

trigo, agua y el óxido crómico, el cual se deposita en el hocico al animal con un tirabolos a las siguientes horas: El primero, a las 8.00 A.M. y el otro a las 6.00 P.M. Se le dió a cada animal 14 gramos diarios.

#### 5 .- MUESTREO DE LAS HECES

La colección de heces se hizo durante 7 días dos veces diarias, a las 8.00 A.M. y a las 6.00 P.M., después de su respectivo período preliminar; las muestras se tomaban directamente del recto de cada animal en una cantidad de 50 grs. cada vez y se ponían en frascos de vidrio para conservarlas, luego pasaban al congelador para que permanecieran en buen estado. Posteriormente se hizo una mezcla homogénea de las heces de cada vaca, recolectada en los 7 días.

#### 6 .- DETERMINACION DEL OXIDO CROMICO EN LOS ANIMALES Y EN LAS HECES

El porcentaje de microgramos de cromo en las heces se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Cr} = \frac{\text{D.O.} \times r \times \text{vol.} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

D.O. = Densidad óptica

R. = Constante para el coleman Jr.

R. =  $\frac{\text{MCC/ML}}{\text{D.O.}}$

Según el manual de espectrofómeto Coleman Jr.

#### 7 .- DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD

Para determinar la digestibilidad se usó la siguiente fórmula:

$$\frac{\% \text{ de Digest.} = 100 - (100\% \text{ de Ind. en Alim.}}{\% \text{ de Indicador en Heces}}$$

$$\frac{\% \text{ de Nut. en las Heces}}{\% \text{ de Nut. en Alim.}} \quad (5)$$

Los análisis proximales se hicieron conforme los métodos que se encuentran en la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Se analizaron la humedad, proteína, fibra cruda, cenizas, extracto libre de nitrógeno y grasa, tanto en los alimentos como en las heces.



## RESULTADOS Y DISCUSION

El estudio planeado se realizó sin ninguna interferencia, ya que con anterioridad se preparaban tanto a los animales como el material - que se iba a usar en el campo y en el laboratorio; las pruebas de los animales permanecieron en buen estado de salud, sin tener dificultad - para el consumo de la cantidad de alimento proporcionada

Las pruebas de digestibilidad requieren el período preliminar de algunos días con el fin de que todos los residuos de alimentación anterior sean expulsados, esto se llevó a cabo en dicha prueba como lo explica. (22) .

En la tabla #3, se muestran los análisis bromatológicos efectuados en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de - la Universidad Autónoma de Nuevo León de las heces recolectadas en los tratamientos correspondientes respectivamente.

1 .- COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD

Los resultados expuestos en la tabla 2 y 3 fueron usados para el cálculo del porcentaje de digestibilidad que constituyeron cada ración; éstos se anotaron en la tabla #4.

TABLA #4.- Porcentaje de la digestibilidad de los trabajos I, II, III, IV y V

Tratamiento	Prot.	Fibr.	Ceniza	Nitróg.	Calcio	Carbón	Grasa
Magüey	98.63	97.75	99.00	98.62	96.00	98.88	98.26
Cártamo con -							
Magüey	90.90	98.63	98.46	90.86	94.80	94.81	98.45
Harinolina con							
Magüey	92.38	98.97	96.82	98.52	93.72	94.67	90.63
Melaza con -							
Magüey	97.51	97.97	96.22	97.49	95.00	98.47	95.67
Cascarilla con							
Magüey	96.49	97.54	98.47	96.52	95.41	94.21	93.08

Durante el experimento con los animales y con los resultados obtenidos del laboratorio se observó que el maguey resultó ser un forraje pobre, pues contiene un valor nutritivo muy bajo. Esto se menciona en la tabla 5, la cual contiene los nutrientes que aporta el maguey, notándose que la cantidad de nutrientes que adapta es muy pequeña.

TABLA #5.- Total de Nutrientes del Maguey.

Nutrientes	Proteína Bruta	Digestibilidad	% N.D.T.
Proteína	77	98.63	.75
Grasa	1.87	98.26	4.11
Carbohidratos	1.48	98.88	1.46
Fibra cruda	16.10	97.75	15.73
Total de N. Dig.			22.05

que contiene el Tratamiento V (Testigo), indicando también el porcentaje de digestibilidad de cada uno de ellos de donde se partió para sacar el contenido de nutrientes digestibles totales ( N.D.T )

TABLA #6.- Total de Nutrientes Digestibles del Tratamiento V

Nutrientes	Proteína Bruta Maguey	Proteína Bruta de la Ración Maguey	% de Digestibilidad	% N.D.T.
Proteína	.77	.26	98.63	.25
Grasa	1.87	1.46	98.26	1.43
Carbohidratos	1.48	.51	98.88	.50
Fibra Cruda	16.10	5.65	97.75	5.50

TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES EN LA RACION:

7.68

Cabe hacer notar que el maguey tiene un alto coeficiente de digestibilidad pero un total de nutrientes digestibles muy escasos, se observa que el % N.D.T. depende principalmente de la cantidad de fibra presente en el forraje, siendo ésta la que aumenta considerablemente dicho porcentaje, no sucediendo así en lo que respecta a proteína ya que su contenido es demasiado poco (.77%). También si tomamos en cuenta que la humedad es alta, el contenido de materia seca que aporta, es escasamente un 15% por lo tanto, es difícil pensar que un animal joven bajo este sistema de alimentación llene las necesidades para mantenerse en buen estado pues las necesidades para este tipo de animal son las que mostramos en la tabla #7.

TABLA #7.- Necesidades para una vaca de 326 a 350 Kgs.

---

Materia seca	. . . . .	7.5 Kgs.
Proteína Diges.	. . . . .	.44 Kgs.
Calcio	. . . . .	.17 Kgs.
Principios Diges.		
Totales.	. . . . .	4.6 Kgs.
Fósforo	. . . . .	.15 Kgs.

TABLA #8.- Nutrientes digeribles totales que aporta el tratamiento II. Maguey + Harinolina

Nutrientes	Proteína bruta		% de Diges.	Proteína bruta de la ración		Total	% N.D.T.
	Maguey	Harinolina		Maguey	Harinolina		
Proteína	.77	44.34	92.38	.26	.44	.70	.64
Grasa	1.87	2.25	90.63	.65	.95	.67	1.32
Carbohidratos	1.48	31.68	94.67	.51	.31	.82	.77
Fibra cruda	16.10	7.80	98.97	5.63	1.07	5.70	5.64
<b>TOTAL DE NUTRIENTES DIGES. EN LA RACION.</b>							<b>8.37</b>



TABLA #9.- Nutrientes digestibles totales que aporta el tratamiento I. Maguey + Cártamo

Nutrientes	Proteína bruta		% de Diges.	Proteína bruta de la ración		Total	% N.D.T.
	Maguey	Cártamo		Maguey	Cártamo		
Proteína	.77	24.25	90.90	.26	.24	.50	.45
Grasa	1.87	1.15	98.45	.65	.01	.66	1.46
Carbohidratos	1.48	31.60	94.81	.51	.31	.82	.77
Fibra cruda	16.10	12.60	98.63	5.63	.12	5.75	5.67
<b>TOTAL DE NUTRIENTES DIGES. EN LA RACION.</b>							<b>8.35</b>

TABLA #10.- Nutrientes digestibles totales que aporta el tratamiento IV. Maguey + Cascarilla

Nutrientes	Proteína bruta		% de Diges.	Proteína bruta de la ración		Total	% N.D.T.
	Maguey	Cascarilla		Maguey	Cascarilla		
Proteína	.77	4.52	96.49	.26	.04	.30	.28
Grasa	1.87	2.65	93.08	.65	.02	1.50	1.30
Carbohidratos	1.48	32.60	94.21	.51	.32	.83	.78
Fibra cruda	16.10	48.0	97.54	5.63	.48	6.11	5.95
<b>TOTAL DE NUTRIENTES DIGES. EN LA RACION.</b>							<u>8.40</u>

TABLA #11.- Nutrientes digestibles totales que aporta el tratamiento III. Maguey + Melaza

Nutrientes	Proteína bruta Maguey	Melaza	% de Diges.	Proteína bruta de la ración Maguey	Melaza	Total	% N.D.T.
Proteína	.77	5.26	97.51	.26	.95	.31	.30
Grasa	1.87	8.15	95.67	.65	.08	.73	1.57
Carbohidratos	1.48	33.60	98.47	.51	.33	.84	.82
Fibra cruda	16.10	13.80	97.97	5.63	.13	5.76	5.64
<b>TOTAL DE NUTRIENTES DIGES. TOTALES EN LA RACION.</b>							<b>8.33</b>

Al agregar ingredientes de mejor calidad nutritiva como es la harinolina, melaza, cártamo, cascarilla, en porciones pequeñas, aumenta el porcentaje de N.D.T. favorablemente, como se notó en los tratamientos que iban acompañados de maguey con harinolina, melaza, cártamo o cascarilla, las cuales aumentaron. Por ejemplo: Maguey más cascarilla aumentó .72 Kgs. de N.D.T., siendo éste superior en proteína en C.HO. y aún en fibra, la cantidad de grasa también aumentó.

La ración se hace más palatable ya que el animal no acepta muy bien el maguey solo. También se nota en la tabla #8 la variación que existe, tomando en cuenta la cantidad de 35 Kgs. de forraje (maguey) y añadiendo 1 Kg. de harinolina, así mismo para cascarilla 1 Kg., etc.

En los resultados expuestos en las tablas 8, 9, 10 y 11 se indicaron las cantidades de nutrientes digestibles totales en los tratamientos I, II, III y IV, los cuales obtuvimos multiplicando la cantidad de proteína, fibra, extracto libre de nitrógeno y extracto etéreo, por sus coeficientes de digestión.

En los tratamientos I, II, III y IV se nota que cuando se le suministró maguey y melaza (tratamiento III) aumentó el N.D.T. 65 Kgs., en el tratamiento I, aumentó .67 Kgs., siendo éste similar al del tratamiento III. Cuando a la base maguey se le añadió harinolina, llegó a haber una diferencia de .68 Kgs. o sea, en los tratamientos I, II, III y IV los valores nutritivos aumentaron, no es necesariamente el valor de las substancias que separadamente como se hizo

dichos tratamientos y esto coordina con lo indicado por (5), se considera la digestibilidad aparente ya que en las heces se pueden presentar compuestos del metabolismo interno del animal como son porciones de la proteína digerida y absorbida que serán metabolizadas dando compuestos que posteriormente son reexcretados al tracto digestivo como enzimas digestivas como lo menciona (10). Se encontró que el tratamiento V (testigo) fue un animal cruzado de cebú el cual es un tipo de ganado que puede subsistir mejor que las otras razas europeas.(3). Mencionando esto por la variación de la diferencia de digestibilidad entre razas, pues el europeo necesita forraje de mejor calidad para subsistir.

En la tabla #12, se indica el peso de cada animal al empezar y al terminar dicho experimento con sus respectivos descensos y aumentos.

TABLA #12.- Pesos de cada animal de dicho experimento

Tratamientos	Al empezar	Al terminar	Aumentos	Disminución
1	380 Kgs.	360 Kgs.		20 Kgs.
2	395 Kgs.	293 Kgs.		2 Kgs.
3	275 Kgs.	235 Kgs.		40 Kgs.
4	295 Kgs.	264 Kgs.		5 Kgs.
5	285 Kgs.	294 Kgs.	9 Kgs.	



## R E S U M E N

El presente experimento se efectuó en la Estación Experimental Pecuaria, localizada en la Ex-hacienda El Canadá y en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., iniciándose el 2 de Octubre y terminando el 8 de Diciembre de 1974, teniendo una duración de 60 días.

En dicho experimento los objetivos principales fueron:

- 1.- Determinar la digestibilidad del Maguey.
- 2.- Determinar la digestibilidad del Maguey suplementado con harinolina.
- 3.- Determinar la digestibilidad del Maguey suplementado con cártamo.
- 4.- Determinar la digestibilidad del Maguey suplementado con Melaza.
- 5.- Determinar la digestibilidad del Maguey con cascarilla.

El primer período fue trazar en el campo los corrales para cada animal, después el período de adaptación, luego empezamos con los tratamientos ingiriéndoles óxido crómico y después de 7 días empezamos a recolectar las heces.

El segundo período, fue trabajo efectuado en el laboratorio el cual consistió en analizar cada uno de los alimentos al igual que las muestras recolectadas en el campo.

Se usaron 5 vacas cruzadas en esta región, las raciones se dieron en el siguiente orden: 35 Kgs. de Maguey solo (tratamiento V),

35 Kgs. de Maguey y más 1 Kg. harinolina (tratamiento II), 35 Kgs. Maguey más 1 Kg. cártamo (tratamiento I), 35 Kg. de Maguey más 1 Kg. melaza (tratamiento III), 35 Kgs. Maguey más 1 Kg. cascarilla (tratamiento IV).

Para las pruebas de digestibilidad se usó el método de colección parcial de las heces con la substancia indicadora óxido crómico, dando a razón de 14 gramos por día a cada animal.

La colección de las heces fue de siete días, por la mañana y por la tarde, tomándose 50 gramos dos veces diarias directamente del recto de cada animal, para ser conservados en congeladores hasta completar los 700 gramos de cada vaca, hacerse una mezcla homogénea de ellas.

Los análisis químicos proximales se hicieron conforme a los manuales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Fueron calculados los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes de los 5 tratamientos experimentales obtenidos con cada vaca y los nutrientes digestibles totales, los cuales se mencionan en la tabla #13.

TABLA #13.- Total de nutrientes digestibles

Tratamiento	Alimento Kg.	% N. D. T.
I	35 Kgs. de Maguey 1 Kg. de Cártamo	8.35
II	35 Kgs. de Maguey 1 Kg. de Harinolina	8.37
III	35 Kgs. de Maguey 1 Kg. de Melaza	8.33
IV	35 Kgs. de Maguey 1 Kg. de Cascarilla	8.40
V	35 Kgs. de Maguey	7.88

Llegándose a las siguientes conclusiones:

- 1.- La combinación de maguey con ingredientes protéico puede ayudar al mantenimiento de un animal.
- 2.- En ganado lechero se puede considerar como forraje de relleno.
- 3.- Se recomienda la comparación de forrajes de este tipo como el nopal, para pruebas de digestibilidad.

C O N C L U S I O N E S

- 1.- La calidad de los forrajes depende principalmente del total de nutrientes digestibles.
- 2.- La cantidad de maguey asignado a cada uno de los tratamientos no llena las necesidades en lo que se refiere a los nutrientes totales digestibles.
- 3.- El contenido de proteína en el maguey no llega al 1%, considerándose por esto un forraje de baja calidad.
- 4.- En ganado lechero se puede considerar como forraje de relleno.
- 5.- La combinación de maguey con ingredientes proteicos puede ayudar al mantenimiento de un animal.
- 6.- El maguey se puede considerar como forraje portador de fibra.
- 7.- Se recomienda buscar las cantidades óptimas de maguey e ingredientes de acuerdo al tipo de ganado que se trabaje.
- 8.- Se recomienda la comparación de forrajes de este tipo como es el nopal, para pruebas de digestibilidad.

## B I B L I O G R A F I A

1.- ALBA JORGE DE, 1971

Alimentación del Ganado en América Latina, 2a. Edición.  
Ed. Fournier, S.A. p.p. 62-63.

2.- ARCHIBALDI, J. C. et al., 1958

Comparison of Chkomivn ratio and Lining ratio techniques  
for determination of digestibility of hays journal of •  
daloy socience ( Vol. 41 ) p.p. 1101.

3.- ARIZPE GONZALEZ, JUAN PABLO

Tesis sin publicar, Monterrey, N.L., U.A.N.L.

4.- BATEMAN, JOHN V. y ROLANDO GARZA T.

Revista Internacional de Ciencias Agrícolas, Instituto  
Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa  
Rica. El estudio fué hecho en Enero y Marzo de 1962.  
p.p. 26.

5.- BATERMAN, JOHNY, 1970

Nutrición Animal, Manual de Métodos Analíticos,  
p.p. 271, 404, 406, 449, 414, 281.

6.- BENAVENTE, FRAY TORIBIO DE

Revista Mensual Agrícola y Ganadera del Campo, Año XCV  
No. 926 - Abril 1969. p.p. 37-40.

7.- BLAYTER, KIL, 1964

Metabolismo Energético de los Rumiantes, Traducida al Español por el Dr. Gaspar González Zaragoza, (España) p.p. 179.

8.- BREGGER T. y R.W. KIDDER, MARZO 1971

Revista Hacienda, Everglade's Experiment Station Belle Glade, Florida. p.p. 16.

9.- CORNELL UNIVERSITY PRESS, 1962

Pasture and Range Techniques, Comstock Publishing Associates ITHACA, New York. p.p. 21,45.

10.- CRAMTON E. W., 1959

El Uso de los Alimentos en la Formación de Raciones para el Ganado. Nutrición Animal Aplicada, Editorial Acribia, Zaragoza, España. p.p. 45.

11.- CRAMPTON, E.W., 1962

Nutrición Animal Aplicada, Traducción de A. Marcos Barrad y M. Abad Gavin, Acribia, Zaragoza, España. p.p. 45-48.

12.- CRAMPTON, LLOYD, L.E. y V.G.MACKAY, 1957

The Caloklucualve Introduction. Journal of Animal Science, p.p. 542-544.



13.- CRAMPTON, E.W., 1957

Interrelations Between Digestible Nutrient. An Energy Content, Voluntary Dry Matter Intake, and the Overall Value of Forages Journal Animal Science. p.p. 548,551.

14.- CHURCH, D.C. 1969

Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant, Vol.#1 Corvallis, Oregon (E.E.U.U.), Ed.O. Bookstores, Inc. p.p. 102-110.

15.- DICCIONARIO ENCICLOPEDICO, U.T.E.H.A.

Reimpresión del año 1953 (Vos Caribe ) M. Amer. Bot. Pita. Sub-Directores : Enrique Riuja y Juan Spiña. p.p. 64-65.

16.- DIGGINS RONALD, 1970

Producción de Carne Bovina, Clarence E. Boundy, C.E.C.S.A. p.p. 99-100.

17.- DUKES, H.E., 1967.

Fisiología de los Animales Domésticos Traducido al Castellano de la Séptima Edición en Inglés por Francisco Castrejón C., 3a. Edición. Editorial Aguilar, Madrid. p.p. 276, 430.

18.- FRESNILLO, M.O., 1962

Digestibilidad y Energía Digestible de algunos Sub-  
Productos del Trópico, Tesis Inédita. Instituto Inter  
americano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica.  
p.p. 35.

19.- HUGES, H.D.M. HEATH Y D.S. METCALFE, 1966

Forrajes C.E.C.S.A. México, p.p. 59-69.

20.- MAYNARD, LEONARD, A., 1955

A.B.P.H.D. ScD Nutrición Animal, Fundamentos de la Ali  
mentación del Ganado, Eduardo Escalona, p.p. 276 y 279.

21.- MICHEL, J. M. DR.

Revista México Ganadero, El 13 de Mayo de 1963. El Papel  
del Nutriólogo en el Mejoramiento de la Salud y Nutrición  
Animal, Marzo de 1964. p.p. 29.

22.- MORRISON, FRANK B. 1962

Compendio de Alimentación del Ganado, Traducción José Luis  
de la Loma, p.p. 32.

23.- MORRISON, F., 1961

"Feeds and Feeding". Abridged Adapted and Condensed from  
Feed and Feeding, Novena Edición, Clinton (Iowa) The  
Morrison Publishing Co. p.p. 25-29.

24.- RUIZ, ORONZ, MANUEL

Tratado Elemental de Botánica, 1966.

p.p. 602 y 603.

