

DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA GRAMA CHINA
(Cathestecum erectum), PAJA DE TRIGO Y
HENO DE ALFALFA.

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Héctor Manuel Bringas García

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Zootecnia.

Septiembre de 1964.

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	12
RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	20
DISCUSION.....	27
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	36

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

			Pag.
Tabla	I.	Ración usada en la prueba de digestibilidad.....	14
Tabla	II.	Contenido de nutrientes de la grama china (<u>Cathestecum erectum</u>).....	18
Tabla	III.	Contenido de nutrientes de la paja de trigo y heno de alfalfa.....	18
Tabla	IV.	Contenido de nutrientes de la ración empleada en la prueba de digestibilidad.....	19
Tabla	V.	Contenido de celulosa de grama china, heno de alfalfa y paja de trigo en las cuatro repeticiones.....	20
Tabla	VI.	Coefficientes de digestibilidad de la celulosa, en los tres tratamientos.....	21
Tabla	VII.	Promedio de celulosa digerida, para la paja de trigo, grama china y heno de alfalfa, combinaciones entre estos y sus diferencias obtenidas en el análisis de variancia.....	22
Tabla	VIII.	Coefficientes de digestibilidad de la materia seca, en los tres tratamientos, y las cuatro repeticiones.....	24
Tabla	IX.	Digestibilidad de la materia seca para la paja de trigo, grama china y heno de alfalfa, combinaciones posibles entre éstos y sus diferencias, obtenidas en el análisis de variancia.....	25
Tabla	X.	Promedios de coeficientes de digestibilidad de la materia seca, comparados con los reportados por Morrison (14)...	31
Fig.	1.	Rúmen artificial.....	13
Fig.	2.	Novillo fistulado.....	13

INTRODUCCION.

Un buen forraje proporciona el alimento más económico para el ganado vacuno, ovino y caballar durante la mayor parte del año. La contribución más valiosa de los pastos y forrajes en el desarrollo de la ganadería es el aporte de energía para el mantenimiento y producción de los animales herbívoros. La producción de energía la determina primeramente el consumo de pastos y su energía digestible.

La presencia de substancias necesarias para la salud, crecimiento y producción de los animales, dan el valor nutritivo de los forrajes. El valor nutritivo de los alimentos determinado en el análisis químico ayuda en parte, ya que queda la duda sobre la digestibilidad o verdadera utilidad que obtiene el animal al comerlo.

El objetivo principal de este experimento, es la determinación de la digestibilidad "IN VITRO" de la Grama China comparándose con la digestibilidad del heno de alfalfa y la paja de trigo.

La grama china (Cathestecum erectum) es uno de los pastos más importantes de la región, caracterizándose por ser resistente a las sequías y por ser considerado como uno de los pastos regionales más abundantes para el ganado (6).

No se tiene hasta la fecha ningún estudio en México

relacionado con la digestibilidad de este pasto. Los únicos datos nutricionales con respecto a esta gramínea son muy generales y además los que existen se refieren exclusivamente a su análisis químico sin ninguna evaluación nutricional desde el punto de vista animal. Aunado a todo lo anterior, la utilización en sí del método para obtener la digestibilidad es extremadamente nuevo; por tal motivo este experimento es la iniciación de una serie de trabajos tendientes a la evaluación de los pastos nativos regionales.

LITERATURA REVISADA.

El organismo animal requiere para su desarrollo normal, diferentes sustancias fundamentales como: proteínas, hidratos de carbono, grasa, minerales, vitaminas y agua. Los cambios metabólicos que se producen en ellas vienen a servir a las diversas funciones fisiológicas del mismo. La determinación de estas sustancias fundamentales y su aprovechamiento por el animal, se emplean en la evaluación de pastos. Entre los métodos comúnmente empleados en estas evaluaciones se tienen análisis químicos, técnicas IN VITRO con rúmen artificial, técnicas IN VIVO empleando bolsas de nylon o pruebas de colección total de heces con indicadores (17). La digestión de celulosa es una medida que se puede tomar como criterio para medir la digestibilidad total del alimento, pero además se miden otros factores como materia seca, energía digestible, materia orgánica digestible y la digestión de otros constituyentes químicos.

Los análisis químicos indican los porcentajes de proteína bruta, grasa, fibra, extracto no nitrogenado y ceniza. Esta última determinación no dice nada sobre el contenido de minerales, ya que todos están involucrados bajo el mismo término; tampoco da idea del contenido de vitaminas. Estos análisis expresan la calidad de los pastos por su contenido químico de nutrientes.

Basados en lo anterior, se supone que un forraje con mayor proporción de nutrientes es más alimenticio que uno con menor proporción, mas no todos los nutrientes que se determinan en el análisis químico tienen un valor igual, puesto que su digestibilidad no es la misma (6).

El término digestibilidad se toma normalmente para indicar que los nutrientes son absorbidos del tracto digestivo, una vez que han sido atacados por enzimas digestivas o desintegrados por la microflora. En consecuencia, el término digestión como ordinariamente se emplea, implica digestión y absorción (4).

El análisis químico es el punto de partida para determinar el valor nutritivo de los alimentos, pero el valor efectivo de las sustancias ingeridas depende del provecho que de ellos pueda obtener el animal (12). Por lo que la evaluación de potreros basada únicamente en análisis químicos tiene ciertas limitaciones, ya que no dice nada de la utilización de estos alimentos por el animal.

Con el empleo de animales, estas evaluaciones conducen a obtener resultados más prácticos. No engorda por igual un novillo con cascarilla de algodón que con paja de trigo, aún cuando sus contenidos de proteína sean similares y asumiendo que todos los demás componentes se encuentren en proporciones parecidas. La respuesta se

obtiene en el concepto de digestibilidad, es decir, el animal extrae mayor cantidad de nutrientes de la cascarilla de algodón al pasar ésta por el canal alimenticio.

Una prueba de digestión usando animales requiere el registro de las sustancias consumidas y de las cantidades que de éstas se excretan en las heces. Para la recolección de las materias fecales se emplean distintos métodos. En omnívoros y carnívoros, se usan sustancias in digeribles y claramente distinguibles llamadas indicadores. Esta sustancia debe ser fisiológicamente inerte y asimismo no contendrá ninguno de los elementos que se es tén investigando.

En los animales herbívoros, como el aparato digestivo es mucho más grande y más complicado, no es muy recomendable el método del indicador. Para estas especies se suministra la ración en cantidades diarias durante un cierto tiempo. Primeramente se dejan pasar unos cuantos días como período preliminar para eliminar del aparato digestivo toda materia residual que proceda de los productos alimenticios, antes de comenzar la administración de cantidades iguales de la dieta que se ensaya. Después se empieza la recolección de materias fecales y se continúa durante todo el período experimental (12). En este tipo de trabajos los alimentos que recibe un animal son analizados, así como las heces fecales. Esto secon

tinúa por unos diez o quince días y los análisis de este período son promediados. La diferencia entre los nutrientes ingeridos y los nutrientes excretados nos da una idea de la cantidad de nutrientes retenidos por el animal (6).

En la evaluación de pastos, además de los métodos descritos anteriormente se emplean procedimientos que nos permiten examinar las actividades de la microflora del rúmen de animales herbívoros IN VITRO. Estos métodos generalmente reciben el nombre de técnicas de rúmen artificial.

En 1956 Warner sugirió algunos criterios acerca de la función normal del rúmen, los cuales pueden ser aplicados a estudios IN VITRO con el total de la población de microorganismos del mismo. Estos criterios incluyen el mantenimiento de un número normal de bacterias selené monas y protozoarios del rúmen, porcentajes de celulosa digestible, almidón, proteínas y las interacciones normales entre estos compuestos (18).

El líquido de rúmen se obtiene de animales fistulados (ya que la extracción por vía bucal contamina el líquido con una gran cantidad de saliva) empleándose con mayor frecuencia ovinos y bovinos.

Drori y Loosli (8) hicieron pruebas de digestibilidad de pastos para determinar si había o no diferencias

al emplear novillos fistulados y novillos normales; para tal caso emplearon seis novillos Holstein Friessian, tres normales y tres fistulados. En este estudio se dió a los animales tres raciones distintas; la primera compuesta únicamente por heno, la segunda formada totalmente por concentrado y la tercera una mezcla de ambos. Los resultados obtenidos demostraron que no hay diferencia significativa en los coeficientes de digestibilidad obtenidos con ambos tratamientos.

Warner (18) construyó un rúmen artificial con un saco de celofán, el cuál contenía líquido ruminal y un sustrato dialisable contra una solución mineral compleja, la composición de estos materiales se basaba en la composición del líquido ruminal. Todo lo anterior fué incubado a 39°C en una atmósfera de nitrógeno y bióxido de carbono.

Para mantener los números y actividades normales de la población microbial, se determinó que era necesario usar como sustratos IN VITRO, alimentos que provinieran únicamente de sustancias similares a las de la dieta con que se alimentaba al animal del cual se había tomado el inoculum del líquido ruminal.

En un principio se usaban métodos que comprendían únicamente la incubación de contenidos del rúmen en un vaso al cual se le agregaba un sustrato, observándose la desaparición de éste, o la aparición de productos fina-

les. Estudios posteriores se han dirigido a obtener de una manera más precisa las condiciones IN VIVO, particularmente considerando la concentración de sales, la capacidad para conservar un determinado pH, anaerobiosis y la naturaleza del substrato (1).

En la actualidad se han hecho numerosos estudios con el fin de comparar las diferencias en la digestibilidad de celulosa empleando métodos IN VITRO y métodos IN VIVO. Uno de estos estudios se hizo en Ohio en 1959; para este fin se empleó heno de siete gramíneas y de seis leguminosas. Se encontró que los resultados obtenidos mostraron pequeñas diferencias en la determinación de digestibilidad de henos de leguminosas; en cambio, en el caso de henos de zacates (gramíneas) no se encontraron diferencias significativas al emplear ambos sistemas. Se concluye que es recomendable el uso de técnicas IN VITRO como un sistema para determinar el valor nutritivo de los forrajes (15).

Johnson et al (10) hicieron comparaciones por medio de índices de valores nutritivos entre la digestibilidad de celulosa IN VITRO con bacterias del rúmen y otras medidas hechas con pruebas convencionales IN VIVO. Para tal caso se usaron cuatro pastos (zacates de distintas especies y alfalfa) en dos etapas de crecimiento. Al término de doce horas de digestión de celulosa se obtu-

vieron resultados más favorables con las pruebas IN VITRO. Cuando se consideró la digestión de celulosa IN VITRO a las veinticuatro y cuarenta y ocho horas, la correlación entre los resultados IN VIVO e IN VITRO fué alta para los zacates solos y más baja cuando se incluyeron en el análisis los datos de alfalfa. En este experimento se empleó alfalfa con contenidos de celulosa que variaban de 22.1 a 29.4% (según la edad de la planta).

Los coeficientes de digestibilidad de la alfalfa variaron de 51 a 60% con el empleo del método IN VIVO para su determinación.

En experimentos con henos de alfalfa, zacate sudán y grama azul, se ha visto que aunque en la técnica IN VITRO la digestibilidad de la celulosa fué baja en los henos de sudán y grama azul, la diferencia de digestibilidad con el empleo de ambos métodos fué pequeña. En el caso del heno de alfalfa se observó que la digestibilidad de la celulosa fué la misma con ambos métodos. La técnica IN VITRO resultó ser la mas apropiada, pues se observó una menor variabilidad al aplicar dicho método y además se obtuvo una mayor precisión en los resultados (16).

Con el propósito de investigar los requerimientos nutricionales de los microorganismos del rúmen se han hecho estudios IN VITRO usándose como inoculum éstos, sepa

rados del líquido ruminal por centrifugación. Como medida de actividad de los microorganismos se usó el porcentaje de celulosa digerida. Este porcentaje se incrementó con la adición de líquido de rúmen sometido a autoclave, extractos de varios materiales de plantas, melazas y extractos de levadura. Sin embargo, la cantidad de celulosa digerida fue siempre menor que la digerida en frascos que contenían jugo de rúmen, extracto acuoso de alfalfa, levadura y melazas. Esta observación se hizo para indicar que los factores no determinados están presentes en estos productos naturales, los cuales al ser agregados a una fermentación IN VITRO aumentan la actividad microbial (2).

Según Hubbert (9) la técnica de la lignina parece que es el método más empleado en Estados Unidos para determinar la digestibilidad. Esta técnica tiene dos limitaciones. La primera es la necesidad de gran exactitud en la muestra de la ración de los animales en pastoreo y las cantidades aparentes o variables de lignina digerida. El tiempo de muestreo de las heces parece que no tiene importancia, ya que la concentración de lignina en materiales fecales se ha encontrado uniforme.

Crampton y Maynard (5) utilizaron el contenido de celulosa y lignina de forrajes para determinar el valor nutritivo de los mismos. En este estudio emplearon dos tipos de análisis, convencional y un nuevo tipo de análi

sis al cual llamaron sistema modificado. La diferencia entre estos métodos se basa en la determinación de carbohidratos, ya que en el análisis proximal se determina fibra cruda y extracto no nitrogenado. En cambio, en el sistema modificado se determina lignina y celulosa. Los datos obtenidos indican que la división del factor carbohidratos en lignina y celulosa tienen mayor importancia desde el punto de vista biológico que la división en fibra y extracto no nitrogenado.

A medida que maduran los cereales y otras plantas, una gran parte de los principios nutritivos de mayor valor emigra de las hojas y tallos y se acumula como resera en las semillas que están madurando. En consecuencia, la paja que está formada por los tallos y hojas, sin las semillas es pobre en proteínas, extracto no nitrogenado y grasa, mientras que su contenido en fibra y lignina es elevado. La paja de trigo es un forraje tosco muy pobre en principios nutritivos. Además no la consume el ganado tan fácilmente como la paja de avena (14).

La grama china (Cathestecum erectum) es uno de los pastos más abundantes en el Estado de Sonora; los únicos datos nutricionales con respecto a esta gramínea, son muy generales y además, los que existen se refieren exclusivamente a su análisis químico (11). Por lo que es importante hacer una evaluación biológica que este más apegada al animal.

MATERIALES Y METODOS.

En este experimento se utilizó un novillo fistulado (Ver Fig. 2) de tres años de edad con un peso de 372 kilos, el cual se alimentó con la ración de la Tabla I, la cual se dió tres semanas antes de la colección de líquido ruminal.

El primer día se le proporcionaron siete Kgs. de alimento y después de tres días consumió el total de la ración diaria que fúe de 11.160 Kgs.

Se determinó la digestión de grama china (Cathestecum erectum), la cual se recolectó al norte de Hermosillo, y a los lados de la carretera internacional entre el km. 2145 y 2160. Estas recolecciones se hicieron entre el día 10. de Mayo y 10. de Junio de 1963, encontrándose el pasto en su máxima madurez, fase en la cual los pastos presentan su más bajo contenido de nutrientes. La digestibilidad de grama china se comparó con la del heno de alfalfa y paja de trigo; para llevar a cabo estos estudios, se utilizó el rúmen artificial construido en el laboratorio de nutrición de la Escuela de Agricultura y Ganadería (Fig. 1). El procedimiento empleado para estas determinaciones fué el siguiente:

El líquido de rúmen se extraía del animal fistulado filtrándose a través de una gasa doble de tejido 20 x 12, dentro de termos e inmediatamente se traía al laborato-

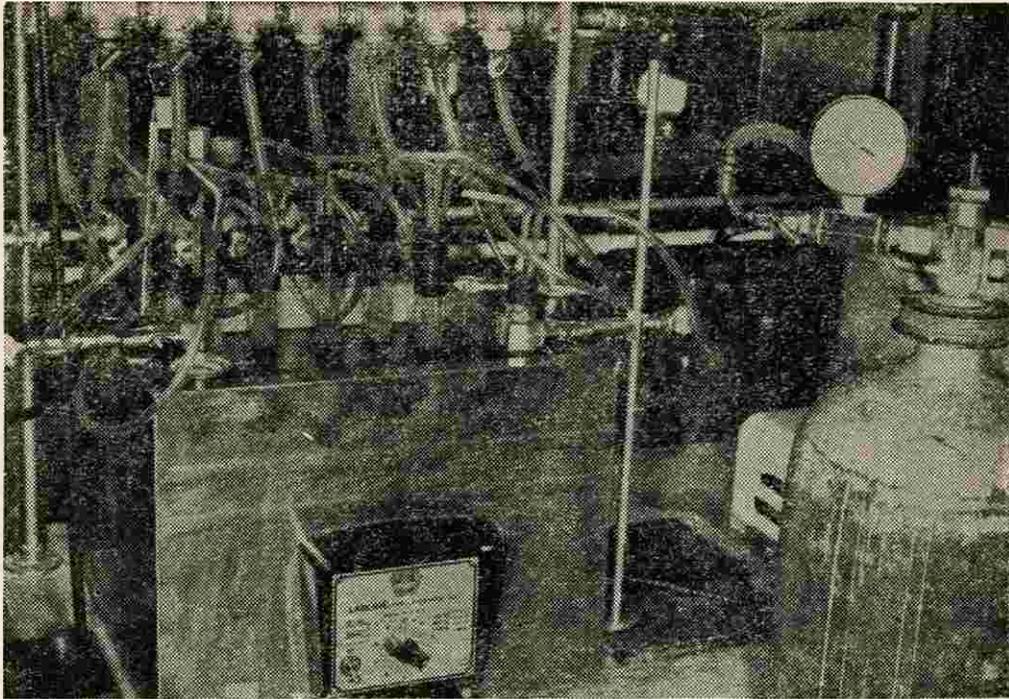


Fig. 1.-RUMEN ARTIFICIAL

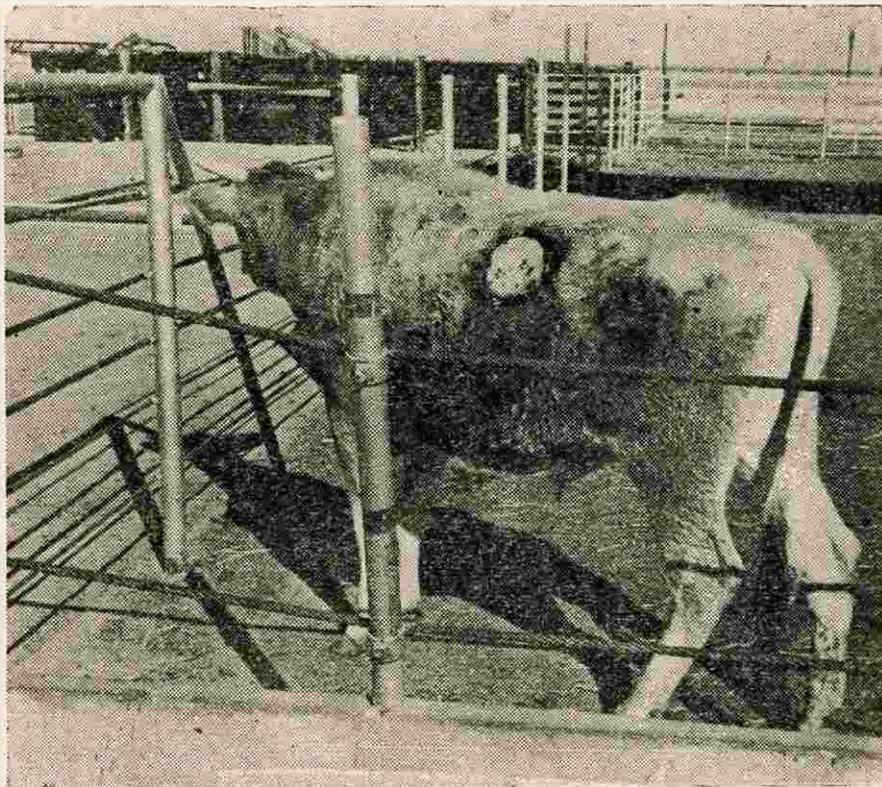


Fig. 2.-NOVILLO FISTULADO

rio, filtrándose de nuevo en forma análoga a la anterior. Se centrifugaba a 2,500 R.P.M. durante un minuto, con el objeto de eliminar las partes sólidas. El líquido que sobrenadó fué el que se utilizó como inóculo y el residuo se desechó.

Tabla I. Ración usada en la prueba de digestibilidad.

Ingredientes.	%
Heno de alfalfa	20.00
Paja de trigo	34.00
Gramma china (<u>Cathestecum erectum</u>)	5.00
Sal mineralizada	2.00
Harinolina	17.64
Sorgo molido	19.86
Provimel (1)	1.00
Sal común (Na Cl)	0.50
	<u>100.00</u>

(1) Melaza, urea y minerales.

Se empleó un cilindro de bióxido de carbono, utilizándose un manómetro para regular la salida del gas a las llaves individuales que controlaban el burbujeo. El inóculo se burbujeó con bióxido de carbono por diez minutos. Después de estos diez minutos se ajustó el pH a 7 con una solución saturada de carbonato de sodio.

Una noche anterior al día en que principiaba la fermentación, 300 mgs. de la muestra que se iba a digerir se pesaban en tubos de centrífuga de 50 ml., a los cuales se añadía un mililitro de agua destilada, con objeto de prevenir que la muestra de alimento sobreflotara. Las muestras se molieron en molino Wiley a través de una maya de 0.5 mm.

Después de que el pH del líquido ruminal se ajustó, se le añadían 20 ml. de éste a cada tubo; además, se agregaron 7.5 ml. de la saliva artificial desarrollada por McDougall(13) cuyo contenido fué el siguiente:

Saliva Artificial	Gms.
Fosfato de sodio (Monobásico)	4.8
Bicarbonato de sodio	4.8
Cloruro de Potasio	0.7
Cloruro de sodio	0.7
Sulfato de magnesio	0.2
Cloruro de calcio	0.07
Urea (1)	1.2
Agua destilada	1000 ml.

(1) La urea se añadió en el momento de usarse la saliva.

Las muestras por triplicado se colocaron en un baño de temperatura constante, ajustado a 39.5°C con un termómetro colocado en el mismo; después se burbujeó bióxido de carbono a través de los tubos, con una velocidad de

una burbuja por segundo, durante las 48 Hs. de fermentación.

Al principio de cada prueba se analizaron tres muestras en triplicado para determinar su contenido de celulosa, usándose las mismas como testigo. En estas determinaciones se empleo el método de Crampton y Maynard modificado (5), el cual comprende los pasos siguientes:

1.- Se agrega a los tubos de centrifuga que contienen la muestra 12.5 ml. de acido acético glacial y 2.5 ml. de acido nítrico concentrado.

2.- Ponerse a ebullición en un baño maría durante 25 minutos.

3.- Agregar 6.6 ml. de alcohol y centrifugar durante 10 minutos.

4.- Decante el líquido y lávese con alcohol, transfiriendo el contenido a un filtro de alundum; después lave sucesivamente con bencina, alcohol caliente y éter, usando succión.

5.- Se calcula la celulosa como pérdida por ignición.

Después de las 48 horas de fermentación se lavaron bien los tubos por donde salía el bióxido de carbono; asimismo se lavaron los residuos que quedaban en los tubos de ensaye de vidrio con agua destilada, transfiriéndolos a los tubos de celulosa; éstos, se centrifugaban por 10 minutos, se volvía a agregar agua destilada y se

centrifugaban de nuevo otros 10 minutos, con el objeto de lavar la muestra. A continuación se transferían los residuos a los tubos de ensaye de vidrio, poniéndose después en la estufa hasta que se encontraban completamente secos; después se pesaban, obteniéndose de ésta manera el peso de los tubos más la muestra seca (sobrantes de la digestión). Enseguida, se procedía a la determinación del contenido de celulosa empleándose el mismo método que el usado en el testigo. Además se determinó la materia seca antes y después de la fermentación para determinar la digestibilidad de la misma.

Se determinó el valor nutricional de los componentes del sustrato, (grama china, paja de trigo y heno de alfalfa) empleándose para tal caso el análisis proximal inmediato (3). Los resultados obtenidos se expresan en las Tablas II y III. Comparándose con los datos proporcionados por el Laboratorio de Nutrición de la Escuela de Agricultura y Ganadería (11), y los obtenidos por Morrison (14).

El diseño experimental empleado, fué el de Bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

Los datos obtenidos en cada repetición, fueron el promedio de dos muestras de cada uno de los substratos (grama china, heno de alfalfa y paja de trigo); se hicieron las cuatro repeticiones en diferentes fechas, con el objeto de eliminar la variación que pudiera tener el lí-

quido ruminal. Con estos datos, se hizo el análisis de variancia (7).

Tabla II. Contenido de nutrientes de la grama china (Ca-
thestecum erectum).

	Materia Seca. %	1 P.C. %	Fibra %	2 E.E. %	3 E.N.N. %	Ceniza %
Análisis Laboratorio*	97.02	3.53	24.54	0.53	56.61	11.78
Según López S.E. (11)	96.46	4.23	24.50	1.24	54.43	14.00

Tabla III. Contenido de nutrientes de la paja de trigo y heno de alfalfa.

	Materia seca. %	1 P.C. %	Fibra %	2 E.E. %	3 E.N.N. %	Ceniza %
Análisis Laboratorio*	94.51	Paja de Trigo.		0.28	49.79	7.85
según Morrison (14)	92.50	3.19	33.40	1.50	41.90	8.30
		Heno de Alfalfa.				
Análisis Laboratorio*	95.32	15.13	22.49	0.96	48.38	8.36
Según Morrison (14)	90.50	14.80	28.90	2.00	36.60	8.20

1.- Proteína Cruda.

2.- Extracto Etéreo.

3.- Extracto no Nitrogenado.

*.- Laboratorio de Nutrición de la Escuela de Agricultura y Ganadería.

El alimento consumido por el novillo fistulado se analizó en sus nutrientes básicos, empleando el método ya citado en páginas anteriores (3). Los resultados se expresan en la Tabla IV.

Tabla IV. Contenido de nutrientes de la ración empleada en la prueba de digestibilidad.

Materia Seca %	Proteína Cruda %	Extracto Etéreo %	Fibra Cruda %	Extracto no Nitrogenado %	Ceniza %
92.29	12.90	1.30	21.87	47.43	8.79

RESULTADOS.

Los resultados experimentales nos muestran un contenido de 44.28% de celulosa para la paja de trigo, 29.33% para el heno de alfalfa y 35.90% en la grama china (Cathartecum erectum). Como puede verse en la Tabla V, el contenido más bajo de celulosa lo presenta el heno de alfalfa con 29.33% variando sus porcentajes de 28.77% a 29.75% en las cuatro repeticiones. La diferencia entre este tratamiento y la grama china fué de 6.57%, pues el

Tabla V. Contenidos de celulosa de grama china, heno de alfalfa y paja de trigo en las cuatro repeticiones.

	Gramma China	Paja de trigo	Heno de alfalfa
	%	%	%
Rep. 1	36.34 (1)	34.10	29.43
Rep. 2	36.19	44.70	29.75
Rep. 3	35.76	45.45	29.39
Rep. 4	35.33	43.86	28.77
	\bar{x} 35.90	\bar{x} 44.28	\bar{x} 29.33

(1) Cada repetición constó de dos observaciones.

\bar{x} .- Promedio.

segundo presentó 35.90% de celulosa variando sus porcentajes de 35.33 hasta 36.34%. La paja de trigo resultó con 44.28% de celulosa, siendo el tratamiento con mayor contenido, sus porcentajes variaron de 43.10% a 45.45%.

Los coeficientes de digestibilidad de la celulosa IN VITRO, de la paja de trigo, heno de alfalfa y grama china, nos muestran un mayor coeficiente del heno de alfalfa; éste, resultó con un mayor porcentaje de aprovechamiento. El coeficiente más bajo fué el de grama china, resultando ligeramente inferior al de la paja de trigo.

Las diferencias obtenidas se muestran en la Tabla VI. El coeficiente de digestibilidad de celulosa en el heno de alfalfa fué de 57.59% con un error típico de ± 2.66 , los porcentajes variaron de 51.15% hasta 64.00%. La diferencia entre este tratamiento y la paja de trigo

Tabla VI. Coeficientes de digestibilidad de la celulosa, en los tres tratamientos.

	Gramma China	Paja de trigo	Heno de alfalfa
	%	%	%
Rep. 1	32.76 (1)	44.04	56.50
Rep. 2	36.08	34.86	64.00
Rep. 3	38.94	48.30	58.71
Rep. 4	29.32	18.80	51.15
	$\bar{x} 34.28 \pm 2.08_*$	$\bar{x} 36.50 \pm 6.53$	$\bar{x} 57.59 \pm 2.66$

(1) Cada repetición fué de dos observaciones.

* Error estandar del promedio.

\bar{x} Promedio.

fué de 21.09%, ya que el coeficiente de digestibilidad de celulosa de la paja de trigo fué de 36.50% con un e-

error típico de ± 6.53 sus coeficientes variaron desde 18.80% hasta 48.30%.

La grama china (Cathestecum erectum) fué la más baja en digestibilidad. La diferencia entre la digestibilidad de la celulosa de paja de trigo y grama china fué de 2.22% en favor de la paja. El coeficiente de digestibilidad de celulosa en la grama china fué de 34.28% con un error típico de ± 2.08 ; los coeficientes variaron desde 29.32% hasta 38.94%.

En el análisis estadístico hecho con las diferencias en contenido de celulosa entre el alimento y el residuo que quedaba después de las 48 horas de fermentación, se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos. Para calcular las desviaciones, en el análisis de variación se emplearon los totales.

TABLA VII. Promedio de celulosa digerida, para la paja de trigo, grama china y heno de alfalfa, combinaciones entre éstos y sus diferencias obtenidas en el análisis de variancia.

	\bar{x} y E.T.M.	Combinaciones
C- Heno de Alfalfa	52.57 \pm 3.53	C-B=3.53
B- Paja de Trigo	49.04 \pm 8.71	C-A=17.51*
A- Grama China	35.06 \pm 3.00	B-A=13.98*

\bar{x} Promedio

E.T.M. Error Típico del promedio.

* Diferencia significativa.

Los promedios obtenidos en los tratamientos se expresan en orden decreciente en la Tabla VII; además, se indican las comparaciones posibles entre estos promedios. El límite mínimo de significación calculado fué de 13.73; los resultados obtenidos en el análisis de variación son comparables con los expresados en los coeficientes de digestibilidad de celulosa, ya que hubo significancia entre la paja de trigo y heno de alfalfa al compararse éstos con la grama china. Las diferencias entre grama china y paja de trigo fueron significativas, resultando más acentuada esta diferencia entre heno de alfalfa y grama china, ya que el primero fué el tratamiento más alto y el segundo dió los resultados más bajos, encontrándose intermedia la paja de trigo.

El porcentaje de digestibilidad de la materia seca en el heno de alfalfa fué de 52.61 con un error típico de ± 2.83 . Los coeficientes variaron de 44.90% a 58.51%; la paja de trigo resultó con 32.78% de digestibilidad en su contenido de materia seca, con un error típico de ± 5.50 , sus porcentajes variaron de 18.29 hasta 44.46%. La diferencia entre heno de alfalfa y paja de trigo fué de 19.83%. La digestibilidad más baja se obtuvo con la grama china ya que resultó con una diferencia de 4.88% menor que la paja de trigo. Los coeficientes de la grama china oscilaron entre 18.17 y 37.12%, su digestibilidad promedio fué

de 27.90% con un error típico de ± 4.60 . Los resultados se encuentran extractados en la Tabla VIII.

Tabla VIII. Coeficientes de digestibilidad de la materia seca, en los tres tratamientos, y las cuatro repeticiones.

	Gramma China	Paja de Trigo	Heno de alfalfa
	%	%	%
Rep. 1	34.25 (1)	36.73	54.05
Rep. 2	18.17	31.65	53.00
Rep. 3	37.12	44.46	58.51
Rep. 4	22.06	18.29	44.90
	\bar{x} 27.90 $\pm 4.60^*$	\bar{x} 32.78 ± 5.50	\bar{x} 52.61 ± 2.83

(1) Cada repetición constó de dos observaciones.

\bar{x} Promedio.

* Error típico ó estandar del promedio.

En el análisis de variación hecho con las diferencias en contenido de materia seca entre el alimento y el residuo que sobró en las 48 horas de fermentación, se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. Para calcular las desviaciones, en el análisis de variación se utilizaron los totales.

Los promedios obtenidos en los tratamientos se expresan en orden decreciente en la Tabla IX, indicándose también las comparaciones posibles entre estos totales. El límite mínimo de significación fué 24.35. La digestibilidad de materia seca más baja la dió la grama china y

la más alta el heno de alfalfa, resultando intermedia la paja de trigo.

Tabla IX. Digestibilidad de la materia seca para la paja de trigo, grama china y heno de alfalfa, combinaciones posibles entre éstos y sus diferencias, obtenidas en el análisis de variancia.

	\bar{x} y E.T.M.	Combinaciones
C- Heno de Alfalfa	156.00 \pm 7.35	C-B=54.83*
B- Paja de Trigo	101.17 \pm 17.41	C-A=76.09*
A- Grama China	79.91 \pm 13.38	B-A=21.26

\bar{x} Promedio.

E.T.M. Error típico o estandar del promedio.

* Diferencia significativa.

Al relacionar los promedios de diferencias en digestibilidad de la materia seca entre tratamientos, con la media aritmética total, se encontró significancia entre la media total y la grama china, así mismo se encontró diferencia entre esta media y el heno de alfalfa, no habiendo diferencia entre la paja de trigo y el promedio total. La variación comparativa de la media aritmética total con los promedios de cada uno de los tratamientos, fué mayor para la alfalfa y la grama china, no así para la paja de trigo.

En el análisis de variación de la materia seca se encontró diferencia significativa dentro de repeticiones,

ésto se puede apreciar en los errores típicos de los pro
medios, que resultaron muy amplios.

DISCUSION.

La grama china (Cathestecum erectum) se considera como uno de los pastos más abundantes en el Estado de Sonora y los pastizales más comunes están formados por esta gramínea (6). Su producción hace clímax en algunos lugares del estado; esta abundancia fué una de las razones que se tomaron en cuenta para hacer el presente estudio, además se cortó en el período más seco del año que corresponde a los meses de Mayo y Junio. Esto influyó en la poca digestibilidad de la materia seca del mismo, ya que resultó ligeramente inferior a la de paja de trigo. Este forraje se usó comparativamente porque es pobre en nutrientes y contiene altos porcentajes de fibra cruda y además porque es barata y abundante en las regiones agrícolas del Estado.

El heno de alfalfa, a diferencia de los forrajes citados anteriormente, es uno de los pastos cultivados más apetecidos por el ganado y además sus contenidos de nutrientes son elevados, proporcionando además factores desconocidos de crecimiento.

La digestibilidad de celulosa es una medida que se puede tomar como criterio para medir la digestibilidad total del alimento. Crampton y Maynard (5) proponen la determinación de la celulosa y lignina de los forrajes para medir el valor nutritivo de los mismos, agrupando

los carbohidratos en celulosa y lignina y "otros hidratos de carbono". Tal agrupación proporciona datos más exactos desde el punto de vista biológico respecto al valor nutritivo de los carbohidratos contenidos en el alimento. Los contenidos de celulosa reportan 44.28% para la paja de trigo, siendo el tratamiento con mayores proporciones de este carbohidrato; el heno de alfalfa contiene 29.33% y la grama china resultó con un porcentaje intermedio ya que contiene 35.90% de celulosa, resultados obtenidos al promediar los datos encontrados en las cuatro repeticiones.

Los coeficientes de digestibilidad de la celulosa muestran una mayor aceptación en el heno de alfalfa, resultando con 56.59% de digestibilidad; en cambio, la gramachina fué el tratamiento con menores coeficientes (34.28%), resultando intermedia la digestibilidad de la celulosa en paja de trigo, ya que se obtuvo un coeficiente de 36.49%. De acuerdo con estos resultados, el forraje de menor calidad probado en éste experimento fué la grama china.

En el análisis proximal efectuado en la grama china, paja de trigo y heno de alfalfa (3), se encontró que la grama china contiene 3.53% de proteína cruda, 24.57% de fibra cruda y 0.53% de extracto etéreo; dichos resultados son comparables con los obtenidos en años anteriores

en el mismo laboratorio (11), ya que reporta 4.23% de proteína, 24.50% de fibra y 1.24% de extracto etéreo. Como se puede apreciar, el porcentaje de proteína bruta de la grama china es excesivamente bajo.

Morrison (14) reporta un contenido de 3.19% de proteína cruda, 33.40% de fibra cruda y 0.28% de grasa para la paja de trigo. Dichos análisis están de acuerdo con los obtenidos en este trabajo, pues se obtuvo 3.99% de proteína cruda, 36.90 de fibra y 1.50% de grasa. Como puede verse, hay poca diferencia en contenidos de proteína cruda entre la paja y la grama, no así en lo que respecta a fibra, que hay marcada diferencia entre ambos, siendo mayor para la paja de trigo.

El heno de alfalfa fué el tratamiento con mayor contenido de nutrientes, encontrando 15.13% de proteína cruda, 22.49% de fibra y 0.96% de grasa, estos datos están de acuerdo con los reportados por Morrison (14), que son de 14.80% de proteína cruda, 28.90% de fibra y 2.00% de grasa.

Tomando en cuenta el margen de variación que nos da el error típico de los promedios, los resultados de digestibilidad de materia seca de los tratamientos que se estudiaron en el presente trabajo, son comparables con los reportados por Morrison y calculados en el presente estudio para la paja de trigo y heno de alfalfa. Como

puede verse en la Tabla X, Morrison dá un porcentaje de digestibilidad de 49.12% para la materia seca del heno de alfalfa y 39.80% de digestibilidad en la materia seca para la paja de trigo. En este trabajo se obtuvo un porcentaje de digestibilidad para el heno de alfalfa y paja de trigo de 52.61 y 32.78% respectivamente, además se expresan los resultados obtenidos con la grama china, no habiéndose encontrado datos comparativos con este tratamiento que resultó con el porcentaje más bajo de digestibilidad.

Los coeficientes de digestibilidad de la materia seca en los tres tratamientos expresan un coeficiente mayor para el heno de alfalfa, el error típico de su promedio indica la menor variación de este tratamiento en comparación con los demás, ya que la paja de trigo resultó con mayor variación en su digestibilidad. Esto lo confirma su error típico que es el de mayor magnitud; lo anterior demuestra que los resultados obtenidos con la grama china presentan menor variación que los de la paja, deduciéndose de esto que quizás en la grama influyan mayores contenidos de lignina en sus tejidos, que la hacen de más baja calidad alimenticia.

Al compararse en el análisis de variancia las diferencias de digestibilidad de la materia seca entre las cuatro repeticiones, se encontraron diferencias significativas en las mismas. Y esto pudo deberse a las distin

tas concentraciones que prevalecían en el rúmen del animal al tomarse el inóculo, a pesar de que la ingesta fué tomada aproximadamente a la misma hora.

Tabla X. Promedios de coeficientes de digestibilidad de la materia seca, comparados con los reportados por Morrison (14).

	Calculados, según Morrison (14).	Resultados obtenidos en Laboratorio.*
Heno de alfalfa	49.12%	56.61%
Paja de trigo	39.80%	32.78%
Gramma China	No hay datos	27.90%

* Laboratorio de Nutrición de la Escuela de Agricultura y Ganadería.

De acuerdo con los datos encontrados en este trabajo, y para visualizar un problema práctico, en un potrero donde domine la grama china y suponiendo el pastoreo de una vaca preñada en desarrollo, con un peso de 318 Kgs., requiere 9.10 Kgs. de forraje con 10% de humedad (6); suponiendo que se come los 9.10 Kgs. de forraje, consumiría 321 grs. de proteína bruta y los requerimientos de proteína digestible para ese animal son de 410 grs.; quiere decir que ese animal no alcanzaría a suplir sus requerimientos mínimos de proteína y lo mismo podemos decir respecto a la energía que requiere. Tomando en cuenta estos datos teóricos, podemos decir que la grama

china en las épocas en que se estudió, es de muy baja calidad alimenticia, ya que en este período presenta características nutricionales más bajas que las de la paja de trigo, y con más razón que las del heno de alfalfa, pues la digestibilidad de la materia seca de este último, es casi el doble que la de la grama china.

De acuerdo con la discusión hecha y aunado a lo anterior los escasos datos y experiencia que se tienen en lo que respecta a estos estudios, el autor sugiere para futuros trabajos relacionados con este mismo problema lo siguiente:

1.- Que se determine el contenido de nutrientes del pasto en sus distintos períodos de crecimiento.

2.- Que se hagan determinaciones del contenido de celulosa, digestibilidad de la misma y digestibilidad de la materia seca y el pasto, en lapsos de 15 a 30 días entre una repetición y otra.

3.- Con los datos anteriores hacer un análisis que lleve a determinar cual es la época más apropiada para pastorear dicha gramínea, o bien en las zonas donde sea dominante, las épocas más apropiadas de suplementación.

RESUMEN Y CONCLUSIONES.

El presente trabajo se hizo con el fin de determinar el valor alimenticio de la grama china (Cathestecum erectum) en el rúmen artificial (IN VITRO). La digestibilidad de este pasto, se comparó con la de paja de trigo y heno de alfalfa.

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal y campo experimental de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Se utilizó un novillo fistulado de tres años de edad de la raza Jersey con un peso de 372 Kgs. El pasto se recolectó durante los meses de Mayo y Junio.

El novillo fistulado se alimentó con una ración que contenía heno de alfalfa, paja de trigo, grama china, harinolina, sorgo molido, melaza, urea, minerales y sal.

Los tres forrajes se fermentaron en el rúmen artificial durante cuarenta y ocho horas; previamente se les añadía 20 ml. del líquido de rúmen centrifugado, y 7.5 ml. de saliva artificial.

Se determinó la digestibilidad de la celulosa y la materia seca de los forrajes usados en el estudio.

Los contenidos de celulosa fueron de 44.28%, 29.33% y de 35.90%, para la paja de trigo, heno de alfalfa y grama china respectivamente.

El análisis proximal reportó los siguientes resultados

dos:

Para la paja de trigo, 3.19% de proteína cruda, 33.40% de fibra cruda, 0.28% de grasa, 49.79% de extracto no nitrogenado y 7.85% de ceniza; con 5.49% de agua.

En la grama china se obtuvo 3.53% de proteína bruta, 24.54% de fibra cruda, 0.53% de grasa, 56.61% de extracto no nitrogenado y 11.78% de ceniza, con 2.98% de agua.

El forraje con mayor porcentaje de nutrientes fué el heno de alfalfa, pues resultó con 15.13% de proteína cruda, 22.49% de fibra, 0.96% de grasa, 48.38% de extracto no nitrogenado y 8.36% de ceniza, con 4.68% de agua.

Los coeficientes de digestibilidad de celulosa y de materia seca fueron parecidos, ya que se encontró poca diferencia entre ambas determinaciones. Estos fueron de 57.59% \pm 2.66 (Error típico), 36.50 \pm 6.53 y 34.28 \pm 2.08 para la celulosa, del heno de alfalfa, paja de trigo y grama china respectivamente. Los coeficientes para la digestibilidad de la materia seca, fueron de 52.61 \pm 2.83, para el heno de alfalfa 32.78 \pm 5.50 para la paja de trigo, y 27.90 \pm 4.60 de la grama china.

En el análisis estadístico hecho con la celulosa digerida, se obtuvieron diferencias significativas entre forrajes, resultando superior el heno de alfalfa sobre la paja, la grama china fué el más bajo. En el análisis

de variación llevado a cabo con la materia seca digerida, se obtuvieron resultados comparables con los anteriores ya que también hubo diferencias significativas entre tratamientos, resultando con mayores promedios el heno de alfalfa, siguiendo en orden decreciente la paja y la grama china. En este análisis se encontraron diferencias significativas entre repeticiones, ésto pudo deberse a las distintas concentraciones existentes en el rúmen del animal, no obstante haberse tomado el inóculo aproximadamente a la misma hora.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye:

1.- Cuando se use la grama china en los meses de Mayo y Junio, para pastoreo de ganado, habrá necesidad de suplementar un concentrado proteico y minerales.

2.- Debido a la baja digestibilidad de la grama china en su edad madura, deberá determinarse cuál es la época más apropiada para pastorearlo, tomando en cuenta las necesidades nutricionales de los animales y la conservación del pastizal.

3.- El heno de alfalfa fué el mejor forraje, por su mayor digestibilidad, menor contenido de celulosa y mayores proporciones de nutrientes.

4.- Este método se puede utilizar desde el punto de vista comparativo para evaluar los forrajes, ya que se valoran tomando en cuenta el aspecto animal en el rúmen artificial.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ANNISON E. D. AND LEWIS D. Metabolism in the rumen. London, Methuen & Co. LTD. 1959. 184p.
- 2.- BENTLEY O. G., JOHNSON R. R. VANECKO S. AND HUNT C. H. Studies on factors needed by rumen microorganisms for cellulose digestion IN VITRO. Jour. An. Sci. 13 (3): 581-593. August 1954.
- 3.- CADENA M.C. Manual para Laboratorio de Nutrición. Hermosillo, Escuela de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, 1963. 17p.
- 4.- CRAMPTON E. W. Nutrición animal aplicada. Andrés Marcos Barrado y Miguel Abad Gavin. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1962. 415p.
- 5.- CRAMPTON E. W. AND MAYNARD L. A. The Relation of cellulose and Lignin Content to the Nutritive Value of a Feed. Jour. Nutr. 15:383-395. 1938.
- 6.- DE ALBA, JORGE. Alimentación del ganado en América Latina. México; La prensa médica mexicana, 1958. 337p.
- 7.- DE LA LOMA J. L. Experimentación agrícola. México, UTEHA 1955. 259p.
- 8.- DRORI D. AND LOOSLI J. K. Influence of fistulation on the digestibility of feeds by steers. Jour. an. Sci. 18 (1):206-210 February 1959.
- 9.- HUBBERT F. JR. Procedures for Range Forage Nutrient Evaluation in Terms of the Animal. Tucson, Animal Science Dept., University of Arizona (Unpublished mimeog. paper) 1963. 38p.
- 10.-JOHNSON R. R., DEHORITY B. A., PARSONS J. L. AND SCOTT H. W. Discrepancies betwen grasses and alfalfa when estimating nutritive value from IN VITRO cellulose digestibility by rumen microorganisms. Jour. An. Sci. 21(4):892-896. Nov. 1962.
- 11.-LOPEZ QUINTERO, SILVIA E. Análisis de los nutrientes mas importantes del Cathestecum erectum. Hermosillo, México, Universidad de Sonora, 1963. 72p. (Tesis Profesional).

- 12.-MAYNARD L. A. Nutrición Animal. Eduardo Escalona. 3a. ed. México; UTEHA, 1955. 530p.
- 13.-McDOUGALL. E. I. Studies on ruminant saliva. Biochem. Jour. 43 (1):99-109. 1948.
- 14.-MORRISON, F. B. Alimentos y alimentación del ganado. José Luis de la Loma. XXI ed. México; UTEHA, 1951. 722p.
- 15.-QUICKE G. V., BENTLEY O. G., SCOTT H. W. AND MOXON A. L. Cellulose digestión IN VITRO as a measure of the digestibility of forage cellulose in ruminants. Jour. an. Sci. 18 (1): 275-287. Feb. 1959.
- 16.-TAYLOR B. G. REPP W. W. AND WATKINS W. E. An artificial rumen technique versus conventional digestion trials for determining digestibility of blue grama, sudan and alfalfa hays. Proceedings, Western Section American Society of animal production. 2 (XLVIII):1-5 1960.
- 17.-VAN DYNE, G. M. Micro-Methods for Nutritive Evaluation of Range Forages. Jour. of Range Management. 15 (6):303-314. Nov. 1962.
- 18.-WARNER, A. C. I. Criteria for Establishing the Validity of IN VITRO Studies with Rumen Microorganisms in so called Artificial Rumen Systems. Jour. Gen. Microb. 14(3):733-748. 1956.