

0703

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE CINCO ESPECIES
ARBUSTIVAS DEL GENERO Atriplex

TESINA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA
RODOLFO GARCIA CORONA

MONTERREY, N. L.

ABRIL DE 1980

193
71
1

2333

4

1980

OLYMPIA

T
SB193
G371
C.1



1080061940

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE CINCO ESPECIES
ARBUSTIVAS DEL GENERO Atriplex

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RODOLFO GARCIA CORONA



BIBLIOTECA
GRADUADOS

MONTERREY, N. L.

ABRIL DE 1980

T
SBL93
9371



040 633
FA 14
1980



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

DIRECCION GENERAL DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Torre de la Rectoría Piso 7 Ciudad Universitaria

Teléfono 76-41-40, Ext. 160-161

Monterrey, N. L., México

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE ZOOTECNIA

PROYECTO: EVALUACION Y COMPORTAMIENTO DE ARBUSTIVAS Y GRAMI-
NEAS FORRAJERAS NATIVAS E INTRODUCIDAS BAJO CONDI-
CIONES DE TEMPORAL.

FINANCIAMIENTO: CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ----
U. A. N. L.

TITULO DEL TRABAJO: DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE CINCO ESPE-
CIES ARBUSTIVAS DEL GENERO Atriplex.

CLASIFICACION: TESINA PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO --
AGRONOMO ZOOTECNISTA.

AUTOR: RODOLFO GARCIA CORONA.

ASESOR: ING. ARNOLDO J. TAPIA VILLARREAL.

NUMERO DE ORDEN: 7 - 79

OBSERVACIONES:

A MIS ASESORES:

ING. ARNOLDO J. TAPIA VILLARREAL

ING. EMILIO OLIVARES SAENZ e

ING. OLGA FRESNILLO

Con mi agradecimiento.



**Con mi mayor y especial
afecto a mi hermano:
JUAN ANTONIO GARCIA CORONA.**

I N D I C E

P A G I N A

INTRODUCCION.	1
LITERATURA REVISADA	2
Estudios dirigidos a especies Atriplex	2
Método químico para valorar a los ----	
forrajes	3
Experimento de digestión y coeficien-	
te de digestibilidad	4
Determinación de la digestibilidad In-	
Vivo	4
Medidas de digestibilidad.	5
Factores que influyen en la digestibi-	
lidad.	6
Diferencias en digestibilidad entre ti-	
pos y razas de ganado.	6
Influencia de la edad sobre la digesti-	
bilidad dentro de una especie.	7
Microorganismos del rumen.	9
Factores que afectan o modifican la --	
flora en el rumen.	9
Tipos de organismos del rumen.	10
Descripción de los métodos de digesti-	
bilidad "in Vitro"	10
MATERIALES Y METODOS.	13
RESULTADOS Y DISCUSION.	15
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	21
R E S U M E N	22
BIBLIOGRAFIA.	23

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

T A B L A		P A G I N A
1	Contenido de cloruro de sodio de <u>va</u> rias partes de las plantas de dos <u>espe</u> cies de Atriplex determinados en enero 18 de 1971	3
2	Esquema básico del análisis de <u>forra</u> jes como el utilizado por Van Soest, - usando detergentes	14
3	Digestibilidad "In Vitro" de materia - seca (DIVMS) de 5 especies arbustivas - del género Atriplex en 2 cortes.	15
4	Coeficientes de digestibilidad <u>trans</u> formados a ángulos Bliss	16
5	Análisis de varianza para los <u>coefi</u> -cientos de digestibilidad "In Vitro".	17
6	Resultado de la comparación de me---dias por el método de Duncan	18
7	% de digestibilidad "In Vitro" de <u>mate</u> ria seca (DIVMS) de las especies <u>arbus</u> -tivas Atriplex analizadas, comparadas- con otro estudio de digestibilidad de- 10 zacates y 1 arbusto	19
8	Contenido de proteína cruda de los - resultados obtenidos en el estudio, <u>com</u> -parados con el por ciento de proteína- de la harina de alfalfa.	20
9	Promedio del % de digestibilidad "In- Vitro" de la materia seca y otras <u>frac</u> -ciones obtenidas de 2 cortes de <u>plan</u> -tas arbustivas del género Atriplex --- (1979)	22

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

Una de las principales fuentes de alimentación del ganado son con certeza las plantas, que contienen el suficiente material nutritivo para el mantenimiento de la ganadería en nuestro País.

Esto ha llevado a muchos investigadores a profundizarse en el conocimiento para encontrar que tipo de alimento puede asimilar el animal, para que de él se obtenga el suficiente contenido de nutrientes para su desarrollo.

Comunmente, el valor nutritivo de los forrajes es medido con animales, siendo considerado su procedimiento de larga duración, además la utilización de grandes cantidades de forrajes son utilizables y, por esto, los gastos de capital son considerados muy altos; ésto lleva a que el animal se tenga que acostumbrar a la manera funcional del alimento así como al tipo del mismo.

Se han hecho muchos trabajos dirigidos a zacates tropicales y de zonas templadas y, poco hacia las plantas que se pueden localizar ó establecer en zonas áridas ó semiáridas, donde estas plantas, como los zacates, tienen pocas posibilidades de ser explotadas reditualmente.

Considerando estas posibilidades, se realizó un estudio cuyo objetivo fué la evaluación del grado de digestibilidad de la materia seca, de cinco especies arbustivas del género Atriplex, por el método In Vitro y el uso del detergente ácido para la determinación de otras fracciones, considerando que ésta información servirá para posteriores investigaciones, tanto a nivel de planta como animal.

L I T E R A T U R A R E V I S A D A .

Desde la aparición del Sistema Weende para el análisis inmediato de los alimentos, hace unos 80 años, es muy poco lo que se habían mejorado los análisis químicos y la relación de la composición química y física de los vegetales con su utilización -- por los rumiantes hasta hace unos 15-20 años (1).

Estudios dirigidos a especies *Atriplex*.

Varias especies de *Atriplex* ocupan una área considerable en las regiones áridas y semiáridas de Australia (Leight y Noble -- 1969) y otras partes del mundo árido. Estas especies son tolerantes a la sequía y a la salinidad y tienen un alto contenido de sal en sus hojas (Wood 1925; Beadle et al. 1957). Los estudios (Sharman et al. sin publicar) sobre *Atriplex nummularia* y *Atriplex vesicaria* han indicado la concentración extremadamente elevada de sal en sus hojas y su fluctuación con la estación --- (ver figura número 1). Es muy probable que las hojas de estas y de las plantas similares, después de caer al suelo, aumenten la salinidad del mismo, debajo de la planta (Jessup 1969). Otras -- plantas áridas tales como *Sarcobatum vermiculatum*, *Atriplex confertifolia* y *Artemisa tridentata*, han sido reportadas como responsables directas de cambiar las propiedades químicas del suelo debajo de la planta (Roberts 1950 y Hayward 1952).

La adaptación de *Atriplex canescens*.-- Esta planta conocida como chamizo, es un excelente estabilizador del suelo; un forraje nutritivo en toda estación para ganado, proporciona alimento y abrigo a la fauna y retiene el sedimento en las llanuras aluviales (20).

La planta del chamizo de tres meses de edad, procedente de una fuente nativa, pueden ser transplantadas con éxito, logrando una supervivencia hasta del 80 por ciento.

Los transplantes necesitan ser cultivados con ciertas técnicas y plantados en los campos en formas especiales (Aldon 1970, a, b, c).

En la determinación de métodos para el establecimiento del chamizo, Atriplex Canescens, se logró un 80 por ciento de supervivencia cuando los trasplantes del chamizo se hicieron en suelos aluviales con por lo menos 14 por ciento de humedad del suelo -- por peso.

TABLA 1.- Contenido del cloruro de sodio de varias partes de las plantas de dos especies Atriplex, determinadas en enero 18 de 1971 (21):

Partes de las plantas.	POR CIENTO DE CLORURO DE SODIO	
	A. Humularia.	A. Vesicaria.
Hojas		
Adultas	18.52	15.05
Envejecidas	15.58	12.01
Jóvenes	23.68	21.46
Tallos		
Secundarios	0.58	0.59
Principales	0.28	0.22
Raíces		
Secundarias	0.69	0.58
Principales	0.41	0.33

Método químico para valorar a los forrajes.

El método clásico por medio del cual los alimentos y los forrajes son analizados para conocer su valor nutritivo, es el sistema proximal, ó Sistema Weende que fué constituido en 1860 por -- Henneberg y Stohmann.

Después de llevar a cabo un gran número de investigaciones, -- Van Soest propuso un método de separación por medio de detergentes de los componentes de los forrajes en dos grandes proporciones: Paredes celulares y contenido celular.

Con esta sola división, todos los elementos de mayor valor -- quedarían en la categoría de solubles en detergente neutro: Lípidos, azúcares, almidón, proteína, nitrógeno no protéico y pectinas. En la segunda categoría, la parte insoluble, de la cual el -- simple procedimiento de disolverla en detergente ácido dejaría -- reunidos en una sola fracción a la celulosa, lignina, sílice, queratina y algo de nitrógeno lignificado.

Los valores denominados como fibra insoluble en detergente ácido, han demostrado gran utilidad de predicción sobre el valor verdadero de los forrajes y muchos laboratorios en el mundo lo están sometiéndolo a prueba (23-24).

Experimento de digestión y coeficiente de digestibilidad.

Con el fin de determinar la digestibilidad de un alimento para determinada clase de ganado, es preciso realizar en primer lugar, por medio de análisis, el porcentaje de cada principio nutritivo contenido en el alimento; después se alimenta el animal con cantidades pesadas del alimento, durante un periodo 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 las mismas cantidades de alimento y, se recogen las heces cuidadosamente, se presentan y se toman muestras que se analizan. La diferencia entre la cantidad de alimento proporcionado diariamente y la cantidad recolectada en las heces, es la cantidad que ha sido ingerida y recibe el nombre de coeficiente de digestión del alimento probado (7).

Está establecido 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).

Determinación de la digestibilidad In Vivo.

Se requiere para las pruebas de digestión, el registro de las sustancias consumidas y de las cantidades que se excretan en las heces. En la determinación de la digestibilidad no se pueden precisar todas las pérdidas con exactitud, la prueba de la 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.

Cuando en las pruebas de digestión se cuenta con animales rumiantes, su período de tiempo es más largo que para monogásticos, debiéndose acostumbrar a un mínimo de unos siete días; siendo necesario que transcurra algún tiempo para permitir al organismo desarrollar una población de las bacterias necesarias para digerir el tipo de alimento bajo observación (2).

Medidas de digestibilidad.

Digestibilidad aparente.- Una prueba de digestibilidad común, asume que una vez tomadas las precauciones de observar un período preparatorio, en el cual el animal desaloja residuos de otros alimentos y, de acuerdo con la rapidez de paso de cada especie, todo lo que aparece en las heces tiene su origen en el forraje comido. En estricta verdad eso no es cierto. Las heces contienen ciertos compuestos del metabolismo interno del animal que ingresan principalmente con la bilis. El color característico de las heces está constituido por pigmentos principalmente biliares y hay una buena cantidad de minerales junto con ellos. Además las heces contienen restos de compuestos de otras secreciones digestivas, así como células despididas de las paredes del aparato digestivo, por esa razón es más correcto llamar digestibilidad aparente, al resultado de restar energía de las heces de la energía digerida. (1)

Digestibilidad verdadera.- Esta es la digestibilidad real o disponibilidad de un alimento, forraje o nutriente representado por el balance entre el consumo y la pérdida fecal del mismo alimento no digerido. La digestibilidad verdadera de todos los forrajes, raciones y alimentos protéicos es siempre más grande que la digestibilidad aparente, porque parte de las heces es de origen metabólico (no del alimento). La digestibilidad aparente y verdadera serán idénticas si no hay pérdidas metabólicas, como el caso de los carbohidratos celulósicos.

Las digestiones ruminales In Vitro, tienden a medir la digestibilidad verdadera porque los productos metabólicos animales no pueden ser generados In Vitro. Sin embargo los métodos-

In Vitro que miden la desaparición de la materia seca, pueden producir valores más bajos debido a la producción de residuos bacterianos que podrían tener una digestibilidad considerable en el tracto posterior del animal (25).

Factores que influyen en la digestibilidad.

Ya que las pérdidas en digestión son siempre de mayor amplitud en la alimentación del animal, conviene analizar a fondo cuales son las diferencias en digestibilidad atribuibles a factores comunmente conocidos como la especie del animal y del forraje.

La influencia de la especie animal. Del mismo alimento, - el cerdo es capaz de obtener mayor energía digestible que los rumiantes siempre que se trate de alimentos relativamente libres de celulosa o lignina (1) Vander Nott y Gilbreath, 1970 citados por de Alba, confirma que el caballo digiere los componentes energéticos en un 8 % menos que el bovino, pero la digestión de proteína es igual en las 2 especies.

Una investigación estadística sobre valores publicados, - reveló que la digestibilidad de materia orgánica es favorable a los bovinos, cuando se trata de forrajes toscos en un promedio de 3 % y en los concentrados es favorable a los ovinos en un promedio de un 2 %; podemos concluir que no se incurre en ningún error de importancia, si se usa una prueba de digestibilidad con ovinos para aplicar datos de racionamiento de bovinos o viceversa.

Diferencias en digestibilidad entre tipos y razas de ganado.

Entre los bovinos más numerosos que ocurren en la explotación animal, se encuentran los Cebú (*Bos indicus*) y el tipo europeo (*Bos taurus*).

La creencia popular de que el cebú puede subsistir mejor que el bovino europeo con forraje de mala calidad, ha llevado a algunas personas a creer que poseen mayor poder de digestibilidad.

Duckworth (1946) citado por de Alba estudió los resultados de 101 pruebas de digestión con ganado europeo y 116 con cebús como los forrajes no eran los mismos optó por juzgar el poder digestivo en términos de influencia deprimente de la fibra sobre la digestibilidad de materia orgánica total. A medida que su ración tenía más fibra, la depresión era mayor en europeos que en cebú.

La deducción más importante que se debe tomar de la digestibilidad de cebús y bovinos europeos, como búfalos, es que -- hay una escala del búfalo, al cebú, al bovino europeo de posibilidades de acelerar la producción si la calidad tanto en proteína como en ausencia de lignina es mayor, porque en ese orden las tres especies consumen más por unidad de peso. Si hay exceso de lignina o escases de proteína el orden de mérito de los tres grupos de ganado es exactamente opuesto.

Diferencias atribuibles a tipos dentro de una raza. Tuvieron predominancia en E.U.A. animales cortos y chaparros utilizados en exposiciones. Se realizó una investigación con tres novillos de estos comparados con tres medios hermanos que ---- eran d el tipo convencional, indica que no existió ninguna diferencia en poder de digestibilidad en 6 pruebas consecutivas, a medida que iban creciendo los animales (1).

Influencia de la edad sobre la digestibilidad dentro de una -- especie.

El animal joven, al poner en marcha por primera vez su aparato digestivo, posee una digestión algo deficiente y se ha podido comprobar a iniciación lenta o ineficáz de algunas secreciones encimáticas.

El tema es investigado en cerdos. Poco antes de los diez días, el cerdo posee amplia capacidad para absorber glucosa y lactosa, pero no otros azúcares ni almidón (Braude et al 1958) pero entre los diez y catorce días, su capacidad digestiva se desarrolla rápidamente y como veremos enseguida, es muy difícil encontrar diferencias atribuibles a la edad en animales -- después del destete. En becerros recién nacidos el desarrollo del preestómago (rumen) es condición necesaria para que pueda-

la digestión de celulosa del rumiante. Sin embargo posee una liposa salival que no posee después. De acuerdo con investigaciones inglesas (Dollar y Porter 1957) hasta las cuatro o cinco semanas el becerro no es capaz de digerir maltosa, dextrina ni almidón y, la sacarosa no la puede digerir hasta las siete semanas.

Después del destete la capacidad digestiva de todos los animales prácticamente no es afectada por la edad. Corrigiendo la digestibilidad a un nivel uniforme de ingestión, (Paladines 1963) encontró prácticamente idéntico nivel de absorción de energía en corderos de 6 a 29 meses.

Influencia del nivel de ingestión. Este es sin duda el factor de mayor importancia entre los que se encuentran comúnmente en determinaciones de digestibilidad. Sin embargo en tratados escritos hasta hace muy poco tiempo se le dá importancia debida. En cerdos el efecto es poco pronunciado y se puede pasar por alto (Zizkovik y Bowland, 1963), en rumiantes el efecto es más importante sobre todo en la alimentación de vacas lecheras de gran producción en que se logran consumos de 4 y hasta 5 veces el valor de mantenimiento (en energía).

Reil y Tyrrell (1965) han calculado una depresión en digestibilidad de 4 % de energía por cada duplicación de consumo arriba del requisito de mantenimiento.

Así, Blaxter et al (1956) encontraron una digestibilidad de 75.9 % de materia seca, cuando sus ovejas comían 600 gramos por día de comprimidos de heno; de 68.8 % si comían 1,200 gramos y se reducía a 65.4 % si comían 1,500 gramos.

Han aparecido estudios tratando de relacionar la frecuencia con que se ofrecen los alimentos sobre la producción animal, posiblemente a través de la digestibilidad. El problema ha sido estudiado en becerras de lechería, de carne y corderos y parece ser siempre cierto que el animal que recibe las mismas calorías, pero divididas en 8 ó 10 porciones diarias aumenta más de peso. Esto puede estar relacionado al descubrimiento de que en becerros de carne, después del destete, se obtienen mejores resultados si comen en libertad, que si se les ofrecen

las mismas cantidades en dos comidas diarias únicamente (Church- y Realston 1963) (1).

Microorganismos del Rumen.

Entre las principales funciones de la bacteria del rumen, se encuentra la digestión de la celulosa que es estimulada por el fósforo y el hierro, minerales que fueron encontrados según investigaciones de Burroughs et al (3). En otras investigaciones se ha encontrado que factores como la temperatura, la humedad, el PH, las sales de saliva, anaerobiosis, la absorción de ácidos orgánicos, agitación y luz tienen efecto en la descomposición de la celulosa (4). Otra de las funciones principales es la síntesis de vitaminas y proteínas así como la producción de ácidos grasos.

Factores que afectan o modifican la flora en el rumen.

Dieta.- Hoflund (27) reportó que sobre una dieta de heno ó hierba seca recién cosechado lo cual es rico en celulosa, pero pobre en azúcar, proteína y minerales, el número de microorganismos en el rumen disminuye, pero si estos son suplidos por avena, salvado de trigo y mieles, la digestión del rumen se normaliza.- Otros investigadores como Gall et al (15), han reportado que existen organismos de crecimiento más rápido sobre una dieta de alto grano que sobre una dieta baja.

Antibióticos.- Bell et al (3) reportó unos 15 a 50 % de disminución en la digestibilidad de materia seca y fibra cruda, indicando que la aureomicina afecta a los organismos celulóticos.- Leosli et al (18) reportó que aumentaban las ganancias de peso diariamente en becerros suplementados con antibióticos, y sus estudios sobre la flora del rumen con proporciones de materia por medio de colorante no revelaron alguna referencia notable en los tipos morfológicos de bacteria presente en el grupo alimentado de antibióticos y los testigos.

Minerales.- Gall et all (11) hizo un estudio sobre diferencia de cobalto en ovejas. Ellos encontraron que las ovejas alimentadas de cobalto tenían un cómputo bacterial de rumen --- mucho más alto, que las ovejas deficientes de cobalto. Los cómputos de

Slide mostraron que las ovejas alimentadas de cobalto tenían --- casi el doble de bacterias por gramo de los contenidos del rumen que el que tenían las ovejas deficientes de cobalto.

Las inoculaciones de rumia.- Conrad et al. (6) ha mostrado que los becerros inoculados con material de rumia y alimentados de raciones de forraje tosco en grandes cantidades, digerían la celulosa mucho mejor, que los becerros no inoculados.

Los Tipos de Organismos del Rumen.

Anaeróbicos.- Grupo principal de fermentadores CHO que incluye bacteria celulítica y aminolítica. El carbohidrato bacterial fermentado produce ácidos grasos volátiles, como los ácidos acético, propiónico y butírico.

Bacteria Metanogénica Anaeróbica (metan-obacterium) produce CH₄ de H₂ y CO₂ o formato. Su presencia modera la fermentación del rumen puesto que estos son organismos más fastidiosos y sensitivos a la dieta, ellos son la llave para entender efectos de la dieta en eficiencia.

Los organismos facultativos.- Incluyen productores de ácido láctico y etanol. Ellos son normalmente insignificantes pero aumentan en dietas de alta cantidad de azúcar y grano.

Descripción de los métodos de determinación de digestibilidad -- In Vitro.

Los tropiezos presentados por las técnicas de evaluación In Vivo han orientado las investigaciones hacia la obtención de métodos de laboratorio que permiten predecir el valor nutritivo de los forrajes en forma rápida y precisa, y con menor costo de -- operación, apareciendo como más promisorios los métodos de fermentación In Vitro (16).

Johnson (17), al revisar algunos de los métodos empleados, -- encontró que el procedimiento puede variar de un laboratorio a -- otro, pero las necesidades esenciales incluyen la fermentación -- de los organismos del rumen sobre el substrato que se desea probar en un medio tamponado durante un período de tiempo, lo cual -- quedó comprobado por Yoder et al. (29), por medio de su estudio, donde mostraron que con la adición de protozoarios y bacterias -- del rumen se incrementa la digestión de celulosa y la producción

de ácidos grasos volátiles.

Tilley y Terry (22) propusieron un método In Vitro de -- dos fases para estimar digestibilidad aparente. Con este sistema 0.5 gms. de muestra son incubados por 48 horas a 38°C. con -- inóculo ruminal ajustando el PH entre 6.7-6.9 bajo condiciones anaerobias. Después de estas 48 horas el residuo ingerido se in -- cuba por otras 48 horas con pepsina ácida. El residuo final se lava, se seca a 100°C. y se pesa. Al mismo tiempo se mantienen -- blancos que contienen sólo el inóculo del rumen, el peso prome -- dio del residuo de los blancos se descuenta del residuo de -- las muestras para determinar el peso del residuo debido al fo -- rraje únicamente. Se calcula entonces la digestibilidad de la -- manera siguiente:

$$\text{Digestibilidad de la materia-seca} = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso corregido del residuo} \times 100}{\text{Peso de la muestra.}}$$

Van Soest et al (23), mostraron que el método de Tilley- y Terry podía ser modificado para estimar la digestibilidad -- verdadera de los forrajes. La fase de digestión con pepsina -- ácida es substituída por una determinación de los constituyen -- tes de la pared celular. Este método estima la digestibilidad -- aparente y verdadera In Vivo más exactamente que el método de -- Tilley y con mayor rapidéz.

Hay que tener en cuenta que los métodos de laboratorio no -- intentan reproducir los procesos digestivos por lo que los valo -- res obtenidos deben considerarse sólo como estimaciones de la -- digestibilidad, observándose que existe una alta correlación en -- tre los resultados obtenidos por los métodos In Vivo e In Vitro (8).

En un experimento llevado a cabo por Ghadaki y colaborado -- res (12) han observado cambios en la composición química y la -- digestibilidad In Vitro para gramíneas, hierbas, leguminosas y -- arbustivas a través de sus estados de desarrollo. Los niveles de -- proteína cruda fueron altos en todos los grupos de plantas en -- el estado inicial del crecimiento, siendo del 22.8% en gramíneas -- 27.8% en leguminosas; 21.1% en hierbas y 15.8% en arbustivas, -- pero el contenido de proteína declinó con la edad. El mayor ---

cambio ocurrió en las gramíneas. (12).

En investigación referida a digestibilidad In Vitro, el mismo Ghadaki y colaboradores (12) encontró valores promedios de 90% en las hierbas y gramíneas, 84% en leguminosas y 72% en arbustivas en el estado inicial de desarrollo.

El método de Van Soest (23) recomienda pesar 0.5 gr. de muestra, previamente secada en estufa a 60°C. molidas y pasadas por malla de 1 mm. y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 125 ml., se agregan 40 ml. del medio de incubación y 2 ml. de solución reductora, tapándose los matraces y haciendo pasar una corriente de anhídrido carbónico a través de ellas en seguida son agregados 10 ml. de líquido ruminal que debieron haber sido extraídos de un animal fistulado y además previamente licuado y filtrado, se cierran los matraces y se incuban por 48 horas en baño maría a una temperatura de 38°C. -Al final de la fermentación se sigue el procedimiento con detergente neutro, que extrae el contenido soluble del producto fermentado dejando como residuo los constituyentes de la pared celular. Antes de proceder a este paso, los Erlenmeyers pueden ser guardados en el refrigerador agregándoles 1 ml. de toluéno como preservativo y taparlos con corchos. Después de las 48 horas de digestión se vierte el contenido de los Erlenmeyers en un vaso Berzelius de 600 ml. y se lava con 100 ml. de detergente neutro haciendo un volumen total de 150 ml. se añaden 2 ml. de decahidro-naftaleno poniéndose a hervir por una hora en un aparato de condensación y al final se filtra en un crisol con base de vidrio molido de porosidad gruesa, el cual ha sido previamente tarado; inmediatamente después se lava dos veces con agua caliente y dos veces con acetona y se seca succionando. Se mantiene en la estufa a 100°C. por 8 horas y se pesa.

Se calcula la digestibilidad verdadera como sigue:

Digestibilidad verdadera = $100 - \% \text{ Residuo detergente neutro.}$

MATERIALES Y METODOS.

El presente trabajo fué realizado en la unidad de digestibilidad In Vitro, ubicado en el Laboratorio de Bromotología de la Facultad de Agronomía de la U. A. N. L., que comprendió del 15 de abril al 30 de junio de 1979.

Dicho trabajo consistió en medir la digestibilidad In Vitro de materia seca de 5 especies del género *Atriplex*, las cuales -- fueron: *Atriplex canescens*, *Atriplex lentiformis*, *Atriplex halimus*, *Atriplex esponjiosa* y *Atriplex acanthocarpa*, recolectadas del jardín del Campo Experimental de Marín, N.L., siendo establecidas por medio de transplante, con plantas obtenidas del Campo Experimental La Saucedá.

Toma de la muestra.

Las muestras (hojas y brotes) de las especies arbustivas -- *Atriplex*, fueron recolectadas a mano a alturas no mayores de -- 1.65 mts. La fecha del primer corte fué el 26 de abril y el 26 de mayo para el segundo corte.

El estado vegetativo al corte para *Atriplex esponjiosa* y -- *Atriplex lentiformis*, fué el de floración y para *Atriplex canescens*, *Atriplex acanthocarpa* y *Atriplex halimus* el de rebrote. La cantidad recolectada fué de 2 kg. para cada especie.

Trabajo de Laboratorio.

Las muestras utilizadas fueron primeramente secadas a 65°C por 48 horas (en estufa para forraje), para después ser molidas y pasadas por malla para posteriormente ser utilizadas en el análisis, tomándose muestras para su reconocimiento comparativo.

De los reactivos utilizados en el análisis con el uso de -- detergentes, se puede apreciar en la presente tabla.

TABLA 2.- Esquema básico del análisis de forrajes como el utilizado por Van Soest, utilizando detergentes.

FRACCION	REACTIVO	TRATAMIENTO	PRODUCTO
Fibra Neutro Detergente	Lauryl Sulfato de sodio PH 7.0	Hervir 1 hr.	Pared Celular total.
Fibra Acido Detergente	Bromuro de cetil trimetil amonio - en H_2SO_4 1 normal	Hervir 1 hr.	Lignocelulosa + SiO_2
Lignina	$KMnO_4$, PH 3.0	Tratar 1 1/2 hr. a $20^\circ C$.	Lignina como pérdida de -- peso.
Celulosa	Ninguno	Residue de ceniza del paso previo de lignina.	Pérdida de -- peso.
Sílice (SiO_2)	HBr (48%) concentrado.	Tratar la ceniza por goteo 1 hr. a $25^\circ C$.	El residuo es SiO_2 y sílica del suelo

La obtención del grado de digestibilidad de los arbustos se realizó por medio de pruebas de digestibilidad In Vitro para la materia seca según las técnicas de Goering y Van Soest (13).

El líquido ruminal utilizado para la determinación de estas pruebas, se obtuvo de ganado de agostadero sacrificado en el rastro municipal, siendo depositado en un termo para posteriormente licuarse y filtrarse y así poder utilizarse en el análisis.

En la obtención de la calidad de estos forrajes, las partes digestibles que se tomaron en cuenta en el contenido de las células fueron con el empleo del detergente ácido (FDA): Lignina celulosa y Sílice (Permanganato) y su análisis bromatológico

El análisis estadístico utilizado fué un diseño completamente azariado para un factorial de dos factores y la comparación de las medias se realizó por medio de las pruebas de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la siguiente prueba se presentan en tablas para su mejor interpretación y se explican a continuación.

En la tabla 3, se presentan los porcentajes de digestibilidad In Vitro de las diferentes especies de *Atriplex* en los cortes.

TABLA 3.- Por ciento de digestibilidad In Vitro de materia seca (DIVMS) de 5 especies arbustivas del género *Atriplex* en 2 cortes:

Especies	1er. corte	2o. corte
<i>Atriplex lentiformis</i>	85.56	83.82
<i>Atriplex lentiformis</i>	85.46	84.18
<i>Atriplex lentiformis</i>	84.54	83.80
<i>Atriplex canescens</i>	80.90	80.90
<i>Atriplex canescens</i>	81.34	80.78
<i>Atriplex canescens</i>	81.18	80.80
<i>Atriplex halimus</i>	81.98	84.00
<i>Atriplex halimus</i>	82.42	83.42
<i>Atriplex halimus</i>	80.70	83.08
<i>Atriplex espongiosa</i>	84.54	80.96
<i>Atriplex espongiosa</i>	84.40	83.14
<i>Atriplex espongiosa</i>	84.30	82.74
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	82.10	81.88
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	82.82	82.16
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	82.08	82.14

Para evaluar las especies de *Atriplex* en los dos cortes en cuanto a la digestibilidad In Vitro se hizo un análisis de varianza. Para realizar éste análisis se transformaron los datos originales a Angulos Bliss. Las transformaciones se presentan en la tabla 4.

TABLA 4.- Coeficientes de digestibilidad transformados a ángulos Bliss.

		A		
		A1 1er.Corte	A2 2o.Corte	Total
B1	L1	67.7	66.27	133.97
	L2	67.62	66.58	134.2
	L3	66.81	66.27	133.08
	Total	202.13 T11	199.12 T12	401.25 B1
B2	C1	64.08	64.08	128.16
	C2	64.38	64.01	128.39
	C3	64.30	64.01	128.31
	Total	192.76 T21	192.1 T22	384.86 B2
B3	H1	64.90	66.42	131.32
	H2	65.20	65.96	131.16
	H3	63.94	65.73	129.67
	Total	194.04 T31	198.11 T32	392.15 B3
B4	E1	66.81	64.16	130.97
	E2	66.74	65.73	132.47
	E3	66.66	65.42	132.08
	Total	200.21 T41	195.31 T42	395.52 B4
		A1	A2	
		64.97	64.82	129.79
		65.50	65.05	130.55
		64.97	64.97	129.94
Total		195.44 T51	194.84 T52	390.28 B5
		1964.06 G		
Total		A1 984.58	A2 979.48	

En la tabla siguiente se presenta el análisis de varianza para los coeficientes de digestibilidad In Vitro transformados a Angulos Bliss.

TABLA 5.- Análisis de varianza para los coeficientes de digestibilidad In Vitro.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Teórica
					.05 .01
Media	1	128584.38	128584.38		
Tratamientos	9				
Cortes	1	.8670	.8670	5.21+	4.35 8.10
Especies	4	24.76	6.19	37.27++	2.87 4.43
Interacción	4	7.53	1.88	11.34++	2.87 4.43
Error Exp.	20	3.32	.16		
Total	30				

+ Diferencia significativa.

++Diferencia altamente significativa.

En la tabla de análisis de varianza se observa que la F -- Calculada para cortes es mayor que la F Tabulada al nivel de -- 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad de efectos de cortes.

En la misma tabla observamos que la F Calculada para especies es mayor que la F Tabulada al nivel de .01 por lo que se -- rechaza la hipótesis de igualdad de efectos de especies.

En dicha tabla se observa que la F Calculada para cortes y especies es mayor que la F Tabulada al nivel de .01 de signifi- cancia rechazándose la hipótesis planteada existiendo aquí una- interacción entre cortes y especies, es decir no son indepen- --- dientes.

En la tabla siguiente se presentan los resultados de la comparación de medias de los coeficientes de digestibilidad para las cinco especies en los cortes.

TABLA 6.- Resultado de la comparación de medias por el método de Duncan:

Tratamientos	\bar{X}	0.05	0.01
1 A.lentiformis corte 1	67.376667		
7 A.esponjiosa corte 1	66.736667		
2 A.lentiformis corte 2	66.373000		
6 A.halimus corte 2	66.037000		
9 A.acanthocarpa corte 1	65.146667		
8 A.esponjiosa corte 2	65.103000		
0 A.acanthocarpa corte 2	64.947000		
5 A.halimus corte 1	64.680000		
3 A.canescens corte 1	64.253330		
4 A.canescens corte 2	64.033000		

Las especies que presentaron los mayores coeficientes de digestibilidad, se pueden observar en los tratamientos 1 y 7 para las especies A. lentiformis corte 1 y A. esponjiosa mismo corte.

Su estado vegetativo al corte, fué el de floración pudiendo ser una causa o factor importante en el análisis, por lo que fueron considerados los mejores con respecto a su digestibilidad In Vitro, siendo estadísticamente iguales ambos tratamientos.

Las especies que presentaron los menores coeficientes de digestibilidad, fueron los tratamientos 3 y 4 para la especie A. canescens, cortes 1 y 2, siendo su estado vegetativo al corte el de rebrote. Notándose que existe una disminución en la digestibilidad, con el avance de la madurez, esto se explica que hay un aumento en el material celulósico al aumentar su edad.

Esta especie se puede observar que fué igual en sus tratamientos pudiéndose observar en la tabla de comparación de medias.

Por otro lado se puede apreciar en la tabla de comparación de medias en los resultados de los tratamientos, un aumento en el corte 2 para *Atriplex halimus* comparado con el resultado del corte 1, ésta diferencia puede ser debida a que parte de las muestras se obtuvieron de plantas que se encontraban resguardadas con malla que pudieron evitar el deterioro debido al ataque de los roedores como el conejo y otros animales de campo.

En la tabla siguiente se presentan los resultados de los porcentos de digestibilidad de la materia seca del análisis, comparado con un estudio de varios zacates y un arbusto.

TABLA 7.- Por cientos de digestibilidad In Vitro de materia seca (DIVMS) de las especies arbustivas *Atriplex* analizadas, comparadas con otro estudio de digestibilidad de 10 zacates y 1 arbusto:

Zacates nativos	\bar{x} del % de DIVMS
<i>Leptochloa dubia</i>	39.8
<i>Bouteloua gracilis</i>	38.9
<i>Bouteloua curtipéndula</i>	38.5
<i>Sporobolus airoides</i>	37.5
<i>Arístida ternipes</i>	36.4
<i>Hilaria mutica</i>	36.1
<u>Zacates introducidos</u>	
<i>Sorghum almun</i>	43.5
<i>Eragrostis superba</i>	41.2
<i>Panicum antidotale</i>	40.2
<u>Arbustiva</u>	
<i>Atriplex canescens</i>	47.7
<u>Arbustivas analizadas</u>	
<i>Atriplex canescens</i>	80.98
<i>Atriplex halimus</i>	82.30
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	82.19
<i>Atriplex lentiformis</i>	84.44
<i>Atriplex esponjiosa</i>	83.34

Se puede observar en la presente tabla la diferencia en el por ciento (DIVMS) de los zacates nativos e introducidos que fueron obtenidos (Ortíz 1976.), considerándose sus promedios en varias épocas (20).

Comparando los resultados del presente trabajo con los antes mencionados, se aprecia que tanto los zacates nativos como los introducidos y *Atriplex canescens* tienen un por ciento --- (DIVMS) menor. Ver Tabla 7.- Esta diferencia podría deberse a que se usaron técnicas diferentes y que las arbustivas estudiadas no habían sido pastoreadas.

El por ciento de proteína de las cinco *Atriplex* estudiadas se puede considerar bueno, si las comparamos con la harina de alfalfa (9) la cual tiene un promedio de 20% de Proteína -- Cruda, ver Tabla 8.

TABLA 8.- Contenido de proteína cruda de los resultados obtenidos en el estudio, comparados con el por ciento de proteína de la harina de alfalfa:

Especies	FDA.	LIGNINA.	CELULOSA.	SiO ₂	P.C.
<i>Atriplex lentiformis</i>	33.72	12.77	2.68	.42	20.6907
<i>Atriplex esponjiosa</i>	29.42	13.62	.88	.30	18.9685
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	22.74	11.34	.85	.30	19.5298
<i>Atriplex halimus</i>	25.88	12.01	.46	.39	14.9687
<i>Atriplex canescens</i>	27.81	14.71	.132	.065	14.9969
Harina de alfalfa	-- --	-- --	---	---	20.0000

R E S U M E N

En el presente trabajo se utilizó el método de Tilley y Terry modificado por H.K.Goering y Van Soest en la obtención de los coeficientes de digestibilidad In Vitro y constituyentes de la pared celular por medio de detergentes, fibra de detergente-ácida, lignina, celulosa y sílice en dos periodos de desarrollo de las plantas: *Atriplex canescens*, *Atriplex acanthocarpa*, *Atriplex halimus*, *Atriplex lentiformis* y *Atriplex esponjiosa*.

El diseño experimental utilizado para la prueba fué completamente al azar para un factorial de dos factores y la comparación de medias se realizó por medio de la prueba de Duncan.¹

De los datos obtenidos se demostró que la especie *lentiformis* ler. corte y *esponjiosa* mismo corte, fueron mayores en sus coeficientes de digestibilidad de la materia seca. Así mismo se observó que la digestibilidad disminuye al transcurso de la madurez de la planta.

TABLA 9.- Promedio del % de digestibilidad In Vitro de la materia seca y otras fracciones obtenido de dos cortes de plantas arbustivas del género *Atriplex* (1979):

Especies	DIVMS. ¹	FDA. ¹	LIGNINA	CELULOSA	SiO ₂	P.C.
<i>Atriplex lentiformis</i>	84.56	33.72	12.77	2.68	.42	20.6907
<i>Atriplex esponjiosa</i>	83.34	29.42	13.62	.88	.30	18.9685
<i>Atriplex acanthocarpa</i>	82.33	22.74	11.34	.85	.30	19.5298
<i>Atriplex halimus</i>	82.60	25.88	12.01	.46	.39	14.9687
<i>Atriplex canescens</i>	80.98	27.81	14.71	.132	.065	14.9969

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De los datos obtenidos en el presente trabajo y tomando en consideración los objetivos señalados, se concluye lo que a continuación se explica:

1.- Del análisis estadístico utilizado en ésta investigación se puede concluir que las plantas arbustivas analizadas, y que presentan mejor calidad forrajera, fueron para las especies *Atriplex lentiformis* en el primer corte y *Atriplex espongiosa* para el mismo corte. Considerando el estado vegetativo de floración de estas plantas, pudiendo ser una de las causas por las cuales sus coeficientes de digestibilidad In Vitro de la materia seca fueron las más altas.

2.- De los resultados obtenidos la especie que reportó los menores coeficientes de digestibilidad fué para *Atriplex Canescens* en el primero y segundo cortes, observando que los coeficientes de digestibilidad disminuye conforme avanza la madurez de la planta.

3.- Se recomienda que se siga investigando sobre estos mismos arbustos con el fin de obtener con mayor exactitud su valor nutritivo en diferentes periodos de crecimiento de la planta -- así como por separado, que el estudio sea realizado de sus diferentes partes del forraje, "hojas, brotes, frutos etc."

Esta información nos puede servir para tener mejores bases para una mejor planeación en la alimentación del ganado en las diferentes épocas del año.

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, Editorial Fournier, S.A.- paginas 54, 56, 159.
- 2.- BATERMAN, JOHNY, 1970. "Nutrición animal", manual de métodos analíticos, paginas 271, 281, 404, 406, 414, 449.
- 3.- BELL, M.C., WHITEHAIR, C.K., and GALLUP. The efect of aureo mycin on digestion in steers (abs). J. Ani-- mal Sci., 9: 647-648. 1950.
- 4.- BURROUGHS, W., FRANK, N.A., GERALAUGH, P., and BETNIKE, R.M.- preliminary observation upon factors in---- fluencing cellulose digestion by rumen orga nisms. J. Nutrition, 40: 9-24. 1950.
- 5.- BURROUGHS, W., LATONA, A.DE PAUL, P., GERLANGH, P., and ---- BETNIKE, R.M. Mineral influences upon urea - utilization and cellulose digestion by ru-- men microorganisms using the artificial ru-- men technique. J. Animal Sci., 10:693-705. - 1951.
- 6.- CONRAD, H.R., HIBBS, J.W.POUNDEN, W.D., and SUTTON T.S. The efect of rumen inoculations on the digesti- bility of roughage in young dairy calves. J. Dairy Sci. 33: 585-592. 1950.
- 7.- CARMPTON, E.W. 1962. Nutrition animal aplicada. Traducción- de A.Marcos Barrad y M.Abad Cabin, Edito--- rial Acribia, Zaragoza, España. Paginas 45-- 48.
- 8.- CHURCH, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los- rumiantes, traducción al castellano por PE- DRO DUCA R. M., Editorial Acribia, Zaragoza, España, Vol.1, paginas 101-102.

- 9.- FLORES MENDEZ, JORGE A. 1975. *Bramatologia animal* Editorial Limusa, página 286.
- 10.- BAILLARD, B.D.E., and G.N.RICHARDS, 1975. Presense of soluble lignin carbohydrate complexes in the bovins rumen. *Carbohydrate Res.* 42:135.
- 11.- GALL, L.S. SMITH, S.E., STARK, C.N., BECKER, D.E., and ---- LOOSLI J.R., Rumen bacteria in cobalt deficient sheep science, 109: 468-469. 1949.
- 12.- GHADAKI, M.D., P.J. VAN SOEST, R.E.Mc.DOWELL y B. MELAKE---POURT 1974. Composition and vitro digestibility of rangeland grasses legumes, Forbs -- and Shrub plants in Iran. Cornell Internatoional Agriculture mimeograph 44. Departament of animal Sci. New York State College of Agriculture and Life. Sciences Cornell - University page 16.
- 13.- GOERING, H.K. y P.J. VAN SOEST, 1972.- Forage Fiber Ana----lysis (Aparatus, Reagents Procedures and -- some aplication). Agricultural HandBook No. 379.- Africultural Research Service U.S. -- Departament of Agriculture pages 1-20.
- 14.- HANSEN, R.G. R.M. FORBES and D.M.CARLSON 1958.- A review - of The Carbohydrate Constituens of Rougha--ges. III., Agr.Exp. Sta. Bull 634, november
- 15.- HOFLUND, S. The Conection between deficiency diseases and - disturbances in the microflora in the rumen XIVth. Intern. Vet. Congr. Rept. 14: 81-82. 1949.
- 16.- HUNGATE R.E. 1966.- The Rumen and its microbes Academic ---- Press.- Chapters 1,2,3.
- 17.- JOHNSON, R.R. 1966: Techniques and prosedures for In Vitro and In Vivo Rumen Studies. Jour. Anim. ---- Sci. 25 (24): 855-872.

- 18.- JONES, L.H.P. and K.A.HANDRECK 1967. Silica in Soils, Plants and animals A Dvan. Agron. 19:107.
- 19.- LOOSLI, J.K., WASSERMAN, R.H. and GALL, L.S.- Antibiotic -- Studies with Dairy Calves (Sbs). J.Dairy.,- 34:500. 1951.
- 20.- ORTIZ MENA VICTOR, 1976. Pastizales; Boletín de Información Técnica, Rancho Experimental "La Campana".- INIP-SAG. Vol.VII(5), página 4.
- 21.- SHARMA, M.L. y TONGWAY, D.J. 1971. Patrones de Salinidad -- del Suelo Introducida por las plantas de -- dos comunidades de Chamizo (Atriplex spp).- Journal of Ranch Management Vol. 1-4 pages- 31-58.
- 22.- TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. 1963. A two Stage Technique for the "In Vitro", Digestion of Forage --- Graps. Journal British Society 18:104.
- 23.- VAN SOEST, P.J., WINE, R.H. and MORE, L.A. 1966. Estimation - of the true Digestibility of Forage by the- "In Vitro", Digestion of Cell-Walls In --- International Grassland Congres 10th. Hel-- sinki, Finlad. Pag. 438.
- 24.- VAN SOEST, P.J., 1965. Symposium on Factors Influencing the Voluntary Intake of Herbage by Ruminants: - Voluntary Intake in Relation to Chemical -- and the Digestibility, Jour.Anim.Sci.24 --- (3:834-843).
- 25.- VAN SOEST, P.J., 1966. Nonnutritive Residues: A System of -- Analysis for the Replacement of Crude Fiber Jour Ass. Agric. Chem. 49(3)546-551.
- 26.- VAN SOEST, P.J. 1973. "Composition and Nutritive Value of - Forages in Heat METCALFE, O.S. and BARNES,- R.F.(eds). Forages the Iowa State Universi- ty Press. Pags. 53-63.

- 27.- VAN SOEST, P.J. as 403, 1978. BALLEY and BUTTER, G.W. 1973, Herbage Chemistry and Biochemistry three -- Vol.
- 28.- VAN SOEST, P.J. 1973. The Uniformity and Nutritive availability of cellulose. Fed. Proc. 32:1804.
- 29.- YODER, R.D. et al 1966. Influence of Rumen Protozoa and --- Bacteria upon Cellulose Digestion In Vitro. Jour. Anim. Sci. 25 (3): 609-612.

