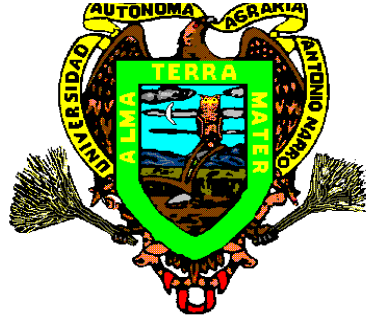


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION CIENCIA ANIMAL**



***Relación del valor nutritivo y componentes del rendimiento en una pradera de alfalfa con gramíneas perennes.***

*Por:*

**ERASMO NÚÑEZ RAMOS**

**TESIS**

***Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:***

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

***Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Mayo de 1999***

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Relación del Valor Nutritivo y Componentes del Rendimiento en una Pradera de Alfalfa con Gramíneas Perennes.

TESIS

POR

ERASMO NÚÑEZ RAMOS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

-----  
DR. HERIBERTO DÍAZ SOLIS  
PRESIDENTE

-----  
ING. SILVIA X. GONZÁLEZ ALDACO  
SINODAL

-----  
ING. M.C. JOSÉ E. GARCÍA MARTÍNEZ  
CALDERÓN  
SINODAL

-----  
M.V.Z. CARLOS E. AGUIRRE  
SINODAL

-----  
DR. CARLOS J. DE LUNA VILLARREAL  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN CIENCIA ANIMAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO  
MAYO DE 1999.

## DEDICATORIA

### A DIOS :

Por ser el creador de todo el universo, por darme la vida y guiar en todo momento mis pasos.

### A MIS PADRES :

Sr. Carlos Núñez Cruz

Sra. Blanca E. Ramos Domínguez

Por su gran valor para enfrentar la vida, por su profundo amor para mí, gracias a ellos ahora alcanzo una meta más en vida. Papá, Mamá por esa gran valentía y sacrificio que han mostrado siempre, no tengo más que decirles....Gracias.

### A MIS HERMANOS :

Carlos, Abel, Omar, Osmar, Lázaro, Sergio A., Fabio O., Hercilia, Lucila, Mercedes, Ma. De Lourdes, Blanca J., y Faty. Con mucho cariño. Mil gracias, Dios los bendiga siempre.

### A MIS TÍOS :

Flavio, Rubén A., Leopoldo, Hernan, Jesús, Matilde, Sara, Bella O., Toñis y Elvia.

A MIS ABUELOS :

Sr. Leopoldo Ramos

Sra. Elvira Domínguez

A TODOS MIS PRIMOS Y SOBRINOS :

En especial Diego, Carlos, José, Andrés, Luis, Tita, Nayeli, Lupita, Federico, Alex, Dulce R. y Rosa G., Tito.

A MIS PADRINOS :

Sara, Juan L., Rosalia y Horacio.

A MIS AMIGOS :

Porfirio, Aureo, Délsar, David, Francisco, Jhonny, Renán, Saúl, Paco, Gonzalo, Penta, Ramiro, Mary, Lucy, Rosalba, Heidy, Lupita, Magali, Nicté, Rocío, Luzmar, Liliana, Iris, Gaby, Yessi, Mayra, Alberto, Carlos, Royer, Narciso, Ramón, Miriam, Araceli, Bety, Janet, Velia. Que siempre han compartido alegrías y tristezas, por su invaluable amistad y cariño. Dios este siempre con ellos.

A LAS FAMILIAS :

Mandujano Ramos y López Ramos, por su fé y cariño, que siempre me han brindado y que además han esperado con paciencia y buenos deseos el logro de esta meta.

Martínez Casas y Encina Rodríguez por haberme permitido entrar a su hogar,  
por su amistad tan valiosa que me han brindado.

Y DE FORMA MUY ESPECIAL :

Al Ing, Flavio, Maty, Profa. Neyra, Ing. Lucy, Federico, Abel, Carlos y Lázaro.

Al Grupo de Misioneros (as) Laicos del Sagrado Corazón de Jesús y Sta. Ma. de  
Guadalupe por su amistad, carisma y amor que Dios los iluminé siempre.

**AGRADECIMIENTO**

A mi "**Alma Mater**" La Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por la aceptación en el seno de sus instalaciones, y darme toda oportunidad para ver realizada mi formación profesional.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al **Dr. Heriberto Díaz Solís** por su interés sin límite en la realización de este trabajo, además de su amistad y consejos.

Agradezco a la **Ing. Silvia X. González Aldaco** por su valiosa participación, asesoría y sugerencias para lograr este trabajo de Tesis. Así mismo por la amistad y confianza que me brindo a lo largo de este tiempo.

Al **Ing. M. C. José E. García Martínez** por su apoyo en el aspecto nutricional de esta Tesis, así como en sus correcciones y opinión de gran interés.

Al **M.V.Z. Carlos E. Aguirre Calderón** por su revisión, recomendaciones para una mejor presentación de este trabajo.

A la **Profa. Neyra Hernández Orantes** por sus ánimos y consejos que siempre me ha dado para seguir adelante.

A mi tía **Matilde Ramos Domínguez** por sus consejos y apoyo en todo momento.

Al **Profe. Carlos Núñez Ramos** por la confianza que siempre ha depositado en mí.

A la secretaria **Lulú Robledo** por su linda amistad.

Agradezco a los **Lic. Fernando y Rogelio Elizondo Garza**, propietarios del Rancho “El Aguatoche” y al **Ing. Valeriano Robles Morales**. Por su apoyo en la realización de este trabajo.

Al **Sr. Jesús H. Cabrera Hernández**, por brindarme su ayuda en los datos de campo durante la realización de este trabajo, así como su amistad durante todo este tiempo.

A la **Ing. Lucy Encina R.** por su amistad, cariño y estar siempre conmigo en los momentos más difíciles.

Al **Ing. Flavio Ramos Domínguez**, por el apoyo y consejos que siempre me ha brindado y por los momentos felices y tristes que hemos compartido juntos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Pag.

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
HIPOTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Valor Nutritivo del Forraje	4
Energía Metabolizable	8
Digestibilidad	9
Proteína Cruda	12
Fracciones de Fibra	13
Calcio	14
Fósforo	15
Magnesio	16
Componentes del Rendimiento	17
Selectividad	21
Composición Botánica	22
MATERIALES Y MÉTODOS	23
Descripción del área de Estudio	23
Metodología Experimental	25
Componentes del Rendimiento	27

Valor Nutritivo	28
Análisis Estadístico	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
Relaciones entre Digestibilidad de Materia Seca, Fibra en Detergente Neutro y Composición Botánica	34
Relaciones entre los porcentajes de Proteína Cruda y Tallo de Gramínea	37
Modelos que Relacionan las Variables	39
Componentes del Rendimiento	39
Valor Nutritivo	42
Componentes del Rendimiento con Valor Nutritivo	46
CONCLUSIONES	50
RESUMEN	51
LITERATURA CITADA	53

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1 Coeficientes de correlación de las variables con los primeros tres componentes principales.	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Distribución de las variables en los componentes 1 y 2	33
Figura 2	Porcentajes de fibra en detergente ácido de las observaciones en CP1 y CP2.	35
Figura 3	Porcentajes de digestibilidad de materia seca de	

	las observaciones en CP1 y CP2.	35
Figura 4	Porcentajes de gramínea de las observaciones en el CP1 y CP2.	36
Figura 5	Porcentajes de leguminosa de las observaciones en el CP1 y CP2.	36
Figura 6	Porcentajes de proteína cruda de las observaciones en CP1 y CP2.	38
Figura 7	Porcentajes de tallo gramínea de las observaciones en CP1 y CP2.	38
Figura 8	Relación entre el porcentaje de hoja total y de gramínea	40
Figura 9	Relación entre los porcentajes de leguminosa y de tallo total.	40
Figura 10	Relación entre los porcentajes de hoja gramínea y hoja total.	41
Figura 11	Relación entre los porcentajes de leguminosa y de gramínea.	41
Figura 12	Relación entre la proteína cruda y fibra en detergente neutro.	43
Figura 13	Relación entre la digestibilidad y fibra en detergente neutro.	44
Figura 14	Relación entre la energía metabolizable y fibra en detergente neutro.	44
Figura 15	Relación entre la concentración de calcio y la proteína cruda.	45
Figura 16	Relación entre la proteína cruda y la hora.	45
Figura 17	Relación entre la digestibilidad de materia seca y la hora.	46
Figura 18	Relación de la digestibilidad de materia seca y hoja total.	47
Figura 19	Relación del porcentaje de la digestibilidad y tallo total.	48

Figura 20	Relación entre el porcentaje de digestibilidad y la hoja leguminosa.	48
Figura 21	Relación del porcentaje de proteína cruda y tallo gramínea.	49

## **INTRODUCCIÓN**

En el norte de México, la siembra de praderas con especies mejoradas para el apacentamiento de bovinos de engorda o para la producción de forraje verde en explotaciones lecheras ha alcanzado gran importancia, utilizándose especies anuales y perennes además de mezclas de ellas, tratando de obtener mayor rendimiento y calidad de forraje, pero principalmente intentando uniformar la producción, evitando con esto el

problema de la escasez de forrajes en periodos críticos y por ende mantener o mejorar el valor nutritivo.

Para incrementar la producción de carne en apacentamiento, deben considerarse alternativas como el uso de praderas en mezclas de gramíneas y leguminosas, ya que ellas son uno de los recursos más importantes con que cuenta el ganadero y las fuentes más baratas de alimento para los rumiantes.

Algunas de las principales ventajas que ofrecen los sistemas de producción son: calidad de forraje, mayor eficiencia en el uso del agua y otros insumos. Además el forraje se puede suministrar bajo apacentamiento directo, corte, henificado, deshidratado o ensilado. Los forrajes siempre han sido el ingrediente básico en la ración del ganado lechero, pues cuando los forrajes se manejan adecuadamente constituyen un alimento muy nutritivo y succulento.

Las praderas requieren de una buena calidad de suelo, además de sus respectivas fertilizaciones y una humedad adecuada; las condiciones climáticas “se manipulan” con el manejo de diferentes especies forrajeras, es decir, de acuerdo a la región geográfica, suelo, clima, y humedad, es la especie a considerar.

Por lo anterior es necesario encontrar alternativas factibles para incrementar o mantener la producción y la calidad de forraje, adquiriendo importancia las mezclas de especies forrajeras perennes de gramíneas y leguminosas que significan un recurso

inmediato para subsanar la escasez de forraje, además suelen ser más productivas que un monocultivo.

La utilización de praderas asociadas se justifica por las ventajas obtenidas al lograr un establecimiento más rápido, mejor distribución estacional de la producción y mayor valor nutritivo de la dieta. Los zacates de verano son relativamente de baja calidad proteica, por lo que se recomienda una mezcla de gramíneas y leguminosas que permite incrementar el valor nutritivo del forraje disponible para el ganado.

## **OBJETIVO**

El objetivo de este trabajo fue determinar la relación del valor nutritivo y componentes del rendimiento, en praderas de mezclas complejas de alfalfa con gramíneas perennes, para facilitar la estimación del valor nutritivo de este tipo de praderas a partir de componentes del rendimiento.

## **HIPOTESIS**

No existe relación entre el valor nutritivo y componentes del rendimiento, en praderas de mezclas complejas de alfalfa con gramíneas perennes.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Valor Nutritivo del Forraje

Para el valor nutritivo de los forrajes se emplean términos muy diferentes. Entre ellos figuran NDT(nutrientes digestibles totales), la energía digestible, la energía metabolizable, la energía neta de mantenimiento y producción, proteína cruda y digestible así como la digestibilidad. Existe alguna confusión con respecto a lo que estos términos significan y sobre cuál debe usarse (Hughes *et al.*, 1976).

El valor de los principios nutritivos de los forrajes se calcula por su fuerza calorífica o energética, consecuencia de los resultados obtenidos por medio del análisis de los forrajes, de acuerdo con los requerimientos energéticos diarios del animal, que varían según la especie, edad, estado de desarrollo, producción de trabajo, grasa, leche, etc.. El conocimiento de estas necesidades y la concentración energética de un determinado forraje ha permitido poder establecer la dieta alimenticia del animal, y si esta es o no suficiente para cubrir las necesidades nutritivas requeridas por el organismo. De no poder satisfacer esas necesidades con el forraje suministrado, tiene que complementarse la ración por medio de otros alimentos más concentrados, en caso contrario, el animal sufriría de carencia y sería susceptible de verse afectado por ciertas enfermedades.

El contenido de principios nutritivos en los forrajes varía de manera notable según la especie de la que proceda, del contenido químico del suelo, de los métodos de cultivo utilizados y del estado desarrollo de las plantas al ser consumidas o cortadas, si son utilizadas en verde, henificadas, deshidratadas o ensiladas (Juscafresa, 1983). El valor de un forraje para producción animal, o sea su valor alimenticio, es el producto de la concentración de los nutrientes que contiene, es decir, el valor nutritivo y la cantidad voluntaria. Los nutrimentos en exceso a las necesidades de mantenimiento, el animal los destina a la formación de tejidos o a la secreción de leche Osbourn (1980) citado por (Jiménez y Martínez, 1989).

Se han realizado esfuerzos para estimar el valor nutritivo de los forrajes con variables como estado fenológico, acumulación de temperatura en el período de

crecimiento, resistencia al molido, componentes de rendimiento etc., con la intención de obtener una estimación sin la necesidad de un laboratorio ( Fick, *et al.*, 1994 ). Al definir la calidad de un forraje el primer punto es conocer la proporción de nutrientes digestibles. La digestibilidad es aceptada convencionalmente como un indicador de la ingestión voluntaria de un determinado forraje, al menos en ensayos de alimentación de animales estabulados.

El valor nutritivo de los forrajes y la cantidad en que los consumen los animales, son diferentes. En los animales es variable, su capacidad de heredabilidad, la cantidad de alimento que pueden consumir, y la eficiencia con que pueden transformar los alimentos consumidos en productos animales Moot (1976) citado por (Hughes *et al.*, 1976).

Una elevada producción de principios nutritivos digestibles se obtiene en forrajes que llevan una gran proporción de hojas durante un período más largo. Se ha demostrado que el valor nutritivo de los forrajes mixtos, es afectado favorablemente por la proporción de leguminosas (Hughes *et al.*, 1976). Las leguminosas producen un forraje de mayor calidad nutritiva, ya que generalmente presentan forraje con alta digestibilidad y alta concentración de proteína (Woledge *et al.*, 1990). Se obtiene un alimento mejor balanceado; las leguminosas son más ricas en proteína, en vitamina A, D, y E, además de niacina, riboflavina y calcio, pero pobres en fósforo y carbohidratos, esto es compensado con las gramíneas que son ricas en carbohidratos (Flores, 1990).

Schweitzer *et al.*, (1993) mencionan que la introducción de leguminosas perennes a praderas de pastos de estación de verano han mostrado buenos

resultados en el mejoramiento de la calidad de los forrajes y de los animales. La producción para altos rendimientos y estabilidad en la composición botánica de la pradera en monocultivos, no es garantizable comparada con mezclas de pastos (Haynes, 1980). El valor alimenticio de las leguminosas es superior al de las gramíneas o de las plantas no leguminosas (Crampton y Harris, 1974).

Por otro lado Laycock y Price (1970) mencionan que condiciones ambientales como precipitación, suelo, competencia entre plantas y el apacentamiento, afectan directa o indirectamente el valor nutritivo de las plantas, ya sea a través de cambios en la forma o en la fenología. El estudio de dichos factores es complejo por el hecho de estar íntimamente relacionados. Respecto al apacentamiento, establecen que pueden afectar la composición química de las plantas al alterar la forma de crecimiento o desarrollo de las mismas. Dicho efecto puede aumentar el valor nutritivo.

Moot (1959) definió la calidad del forraje en términos de comportamiento animal (ganancia de peso o producción diaria de leche), cuando:

- a) Los animales tienen un potencial para producción y este es uniforme dentro de los grupos utilizados para comparar forrajes.
- b) El forraje está en cantidades que exceden al consumo.
- c) Cuando no hay suplementos proteicos disponibles para los animales. Bajo condiciones en la que no hay suplementos proteicos disponibles para los animales las diferencias en calidad del forraje serán demostradas en términos de diferencias en comportamiento animal diario.

La composición química varía, entre y dentro de especies, en los diversos órganos de las plantas. En relación a esta, en igualdad de condiciones, los pastos de mucho follaje son preferidos por el ganado, puesto que las hojas contienen más proteína cruda y menos fibra que los tallos McIlroy (1976) citado por (Jiménez y Martínez, 1989).

La composición química está determinada por la naturaleza de la planta Moot (1976) citado por (Hughes *et al.*, 1976). El conocimiento de la composición química de los alimentos mediante su análisis nos permite su utilización en una forma racional, además de indicarnos cuales requerimientos nutricionales de los animales llena, con lo que se pueden evitar deficiencias o excesos de nutrimentos perjudiciales para los mismos (Tejada, 1983). Los forrajes que son más ricos en proteína es casi seguro que en correspondencia serán más pobres en fibra cruda. De ahí que dicho producto sea más digestible que otro más rico en fibra y con menos proteína (Crampton y Harris, 1974).

### **Energía metabolizable**

La energía metabolizable (EM) es la energía bruta del alimento consumido menos la energía fecal menos la energía de los productos gaseosos de la digestión y la energía de la orina (Hafez, 1972).

En la mayoría de las circunstancias la principal determinante del animal es probablemente el desempeño en el consumo de energía utilizable. Generalmente

expresado en términos de energía metabolizable (EM). La concentración de EM está estrechamente relacionada con la digestibilidad de materia orgánica y la digestibilidad del forraje (Hodgson, 1990).

## **Digestibilidad**

La digestibilidad de un alimento se define con más exactitud como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbida. Por lo general se representa por el coeficiente de digestibilidad, que se expresa en porcentaje de materia seca (McDonald *et al.*, 1975).

Laredo y Minson (1973), al evaluar el efecto de la digestibilidad y tiempo de paso por el retículo-rumen sobre el consumo voluntario, concluyeron que las hojas de las 5 gramíneas evaluadas fueron consumidas en un 46% más que los tallos, debido a que los tallos estuvieron retenidos un 35% más tiempo en el retículo-rumen que las hojas.

La digestibilidad de los forrajes depende en parte de su contenido en fibra cruda, que aumenta paralelamente al desarrollo de la planta por el incremento de pared celular, haciéndolos más indigestibles (Juscafresa, 1983). Tejada (1992) citado por (Tejada, 1993) menciona que los estimadores de la digestibilidad de forrajes templados son la fibra en detergente ácido (FDA), la cual es menos digestible que en los tropicales, y lignina y para los forrajes tropicales fibra en detergente neutro (FDN), proteína cruda (PC) y hemicelulosa. Se han encontrado buenas correlaciones entre la FDN y el

consumo voluntario, entre más alta sea la FDN menor será el consumo voluntario. La FDA por su parte ha sido asociado con la digestibilidad.

Todos los alimentos de origen vegetal que consumen los animales presentan una parte digestible y otra no digestible, por lo cual cabe mencionarse que todos los alimentos tienen diferente digestibilidad, esto de acuerdo a diferentes factores como lo es el grado de crecimiento o madurez de la planta y la edad y especie animal que lo consume (Flores, 1990). La DMS (Digestibilidad de Materia Seca) de las partes de las plantas es altamente similar aún en la etapa inmadura de desarrollo, pero a la maduración hay una gran diferencia en DMS entre las fracciones (Minson, 1990).

La disminución de la digestibilidad a medida que avanza la madurez, es causada por cambios en la composición química de la planta. Las paredes celulares del forraje (carbohidratos estructurales) son de primordial interés porque su tasa y extensión de degradación es menor y muy variable, siendo la lignificación el mayor determinante de la extensión de la degradación de las paredes celulares. Los contenidos celulares son rápidamente fermentados y su utilización no es afectada por la degradación de la pared celular o la lignificación (Moore, 1981). Greenhalgh *et. al.*, (1966) al evaluar cuatro disponibilidades de forraje seco/animal/día, no detectaron diferencia entre tratamientos para el porcentaje de digestibilidad de la materia orgánica. De igual forma al probar el efecto de dos sistemas de apacentamiento sobre calidad de la dieta y del forraje, encontraron que el contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca fueron similares entre ambos sistemas continuo y corta duración (Nelson *et. al.*, 1989).

García y Gómez (1974), citado por (Muslera y Ratera, 1991), trabajando comparativamente con gramíneas y leguminosas, en muestreo mensual a lo largo del ciclo vegetativo del primer año de diversas variedades, confirmaron valores medios superiores de digestibilidad y proteína en las leguminosas estudiadas que en las gramíneas.

Thornton y Minson (1973), encontraron que el consumo de leguminosas fue mayor en un 28% a gramíneas de igual digestibilidad; las diferencias fueron causadas por un menor tiempo de retención de las leguminosas (17%) y un mayor contenido de materia orgánica en relación al de gramíneas(14%).

Masuda (1973) concluye que la proteína cruda y la DMS *in vitro* de dos zacates estudiados disminuye con el crecimiento aumentando por otra parte la celulosa y lignina.

### **Proteína Cruda**

El ganado vacuno necesita proteínas para el crecimiento, el sostenimiento y la producción. La cantidad necesaria, depende del tamaño del animal y del rendimiento y composición de la leche. Los forrajes son una buena fuente de proteínas, pero su contenido varía notablemente. Las leguminosas suelen ser más ricas en proteínas que las gramíneas, especialmente en las fases más avanzadas de la maduración. Sin embargo, tanto en las leguminosas como en las gramíneas, es más digestible la

proteína cuando se encuentran las plantas en sus primeras fases de crecimiento, que cuando han madurado completamente (Hughes, 1976).

La proteína cruda es la totalidad del nitrógeno amoniacal multiplicado por 6.25, basado en el hecho de que la proteína de una materia prima o un alimento posee en promedio un 16% de nitrógeno.

La principal causa de la variación en la concentración de proteína cruda (PC) de forrajes es la diferencia entre leguminosas y pastos. La concentración media de proteína cruda fue de 17 por ciento en base seca para leguminosa comparado con 11.5 por ciento para gramíneas (Minson, 1990). Evaluando mezclas se encontró que la inclusión de leguminosas mejora significativamente la concentración de PC en el forraje (Posler *et. al.*, 1993).

Perry (1984), menciona que generalmente los forrajes de gramíneas, comparado con los forrajes de leguminosas, contienen menos proteína, minerales y vitaminas.

El contenido de proteína disminuye constantemente tanto en tallos como en hojas, pero más rápidamente en los primeros. Estos hechos explican la disminución de la digestibilidad de las plantas forrajeras con la madurez (Muslera y Ratera, 1991).

### **Fracciones de Fibra**

La fibra en detergente ácido (FDA) no es más que la porción indigestible de la muestra tratada con un detergente ácido, obtenida como el residuo indigestible o fibra,

compuesta principalmente por celulosa y lignina (Cullison, 1983). Esta fracción de FDA contiene celulosa, lignina y algo de cenizas en el forraje Van Soest (1965) citado por (Minson, 1990). Para un rango amplio de pastos y leguminosas la DMS y FDA son relacionados ( $r=-0.79$ ).

Moore *et al.*, (1990) encontraron buenas relaciones entre las concentraciones de fibra en detergente neutro y proteína cruda de las muestras y la proporción de especies en mezclas binarias de gramíneas-leguminosas. A medida que la FDN se incrementó la PC decreció.

La Fibra Cruda (FC) y Fibra en Detergente Neutro (FDN) tienen la desventaja en relación a la FDA, de que requieren diferentes ecuaciones para estimar la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de las gramíneas y leguminosas. En cambio, la relación de la fibra en detergente ácido (FDA) con la DMO de gramíneas y leguminosas es muy semejante (Minson, 1990).

## **Calcio**

El calcio (Ca) es un constituyente estructural de los vegetales, a los que comunica rigidez e impermeabilidad. El carbonato cálcico es uno de los factores relacionados con la disminución de la acidez del suelo y se emplea en agricultura con este fin. En los animales, el calcio es el elemento característico de los huesos (Flores 1990).

Generalmente los forrajes templados contienen más Ca que los que crecen en los trópicos. Muestras de ensilaje y heno mandados para análisis de Ca en Scotland obtuvieron valores de  $0.62 \pm 0.17\%$  y  $0.53 \pm 0.13 \%$  en base seca, para templados y tropicales respectivamente Hemingway *et. al.*, (1968) citado por (Minson, 1990).

El Ca en las partes de las plantas, presenta una mayor concentración en la hoja que en el tallo, con niveles medios de 0.84 y 0.41 por ciento en base seca respectivamente. La diferencia en la concentración de calcio entre la hoja y la fracción de tallo no fue constante para las mismas especies. La fracción de tallo de *P. pratense* contuvo niveles similares de calcio en diferentes estudios, pero la concentración en la fracción de hoja varió entre sitios (Minson 1990).

Las leguminosas parecen superar a las gramíneas en la absorción de calcio, magnesio, y otros cationes multivalentes, en cambio las gramíneas tienen considerable ventaja cuando se trata del potasio, sulfato, fosfato y nitratos (Muslera y Ratera, 1991).

## **Fósforo**

Existe en todas las plantas, en una concentración que oscila entre 0.1 a 1.3% de tejido seco; con diferencias entre la riqueza en fósforo y calcio en los diferentes alimentos. Mientras las leguminosas son ricas en calcio, ningún forraje es rico en fósforo. Al principio de su desarrollo, las gramíneas y leguminosas contienen mucho más fósforo, referido a la planta seca, que después de henificada. Así, una pradera

mixta de gramíneas y tréboles, un pasto fértil y bien pastoreado contiene 0.58% de fósforo desecado al aire. El heno de leguminosas contiene poco más fósforo, el contenido de fósforo disminuye notablemente a medida que maduran, especialmente cuando las plantas se olean (Flores, 1990).

Los forrajes templados contienen más fósforo (P) que los forrajes tropicales 0.35 y 0.23% respectivamente. Dentro de cada especie la concentración de P varía con el cultivo, partes de las plantas, estado de crecimiento, fertilidad de la tierra y clima (Minson, 1990).

No hay ninguna diferencia consistente en la concentración de P entre las fracciones de hoja y tallo de las plantas de forraje. esto es parcialmente debido a la diferencia en el estado de crecimiento, en el tiempo de la comparación. En estado inmaduro de crecimiento no hay diferencia entre las fracciones de la hoja y tallo para cuatro *Stylosanthes spp.*, pero en plantas maduras la fracción de tallo tiene más bajo nivel de P que la fracción de hoja McIvor (1979) citado por (Minson, 1990).

## **Magnesio**

El magnesio está presente en todas las plantas verdes por ser el metal esencial de la clorofila; si el terreno carece de magnesio se detiene el crecimiento de las plantas por dejar de formarse el pigmento clorofílico, suspendiéndose los fenómenos de nutrición. En los animales se encuentra en los núcleos celulares, abundando en el tejido óseo, muscular y nervioso (Flores, 1990).

La concentración de magnesio dentro de un total de 930 muestras de forraje fue de 0.23% en un rango de 0.1 a 0.9%. Las muestras fueron divididas en cuatro grupos: gramíneas templadas y tropicales y leguminosas templadas y tropicales las cuales tuvieron una concentración media de Mg de 0.18, 0.36, 0.26 y 0.28% respectivamente. La importancia práctica es que el 65% de las muestras de gramíneas templadas tuvieron menos de 0.2%, a la inversa, las tropicales solo el 14% tuvieron menos de 0.2% de magnesio. En mezclas de praderas gramíneas y leguminosas la concentración de magnesio es positivamente correlacionada con la proporción de leguminosas (Minson, 1990).

### **Componentes del Rendimiento**

La utilización del forraje requiere del conocimiento de los componentes morfológicos de la planta y como están relacionados con el rendimiento de biomasa para el mejor manejo del mismo (Kohashi, 1990). Cuando un cultivo forrajero se ve sometido a severas y frecuentes defoliaciones, se ve afectado en sus reservas de carbohidratos, eficiencia fotosintética, así como también a la capacidad reproductiva de la pradera, a través del efecto sobre el ahijamiento y producción de rizomas.

Cuando la defoliación es severa y el intervalo de descanso corto, las reservas de carbohidratos de la planta se ven abatidas en todos sus órganos, principalmente la

raíz, debido a que después del corte sufre un déficit de energía en sus órganos de almacenamiento (Pérez, 1988).

Después de la defoliación se observa negativa o positivamente la tasa de crecimiento, dependiendo la proporción de meristemas apicales remanentes y la habilidad para producir retoños adicionales a partir de yemas axilares y basales (Schuster, 1986). La edad fisiológica de los pastos es uno de los factores más importantes que determinan la composición química y la digestibilidad de las especies forrajeras. Este efecto se ejerce a través de los cambios ontogénicos, fisiológicos y morfológicos que acompañan el crecimiento y maduración de las plantas (Mares, 1984a).

En el crecimiento temprano de los zacates, su alto valor nutritivo está altamente relacionado con una mayor producción de hojas y menor de tallos. A medida que avanza el crecimiento baja la producción de hojas por lo que la producción de tallo se incrementa. Esto se refleja en una disminución del valor nutritivo (Nelson *et al.*, 1989). A medida que la planta crece y madura existe un aumento en el rendimiento de la materia seca, fibra cruda, celulosa y lignina; así mismo, ocurre una disminución en la relación hoja-tallo, y por lo tanto en el contenido de proteína y la digestibilidad (Mares, 1984b).

Wilkinson y Tayler (1972), afirmaron que a medida que aumenta la madurez de un forraje la digestibilidad disminuye y además aumenta la producción total de materia seca. Bajo condiciones de pastoreo la calidad del forraje disponible por animal está

determinada por la producción de forraje y la carga animal se expresa como presión de pastoreo Moot (1976) citado por (Hughes *et al.*, 1976).

A medida que la planta madura, cambia de aspecto. Esta transformación morfológica corresponde a una regresión regular de la relación hojas-tallos. De esta forma, e independientemente de las modificaciones de tipo químico que puedan afectar a cada una de las partes de la planta, la proporción decreciente de hojas nos hace ya prever lo que será el envejecimiento de la planta (Duthil, 1976).

Funes (1977) y Herrera y Ramos (1981) señalaron que cuando la edad de rebrote se incrementa, aumenta la longitud, se eleva el número de hojas muertas y disminuye la relación hoja-tallo. Pérez (1990) afirmó que cuando aumentó la frecuencia de defoliación, se redujo la relación hoja-tallo y atribuyó esto, que tallos con mayor descanso forman entrenudos más largos, produciendo hojas más alejadas una de otra. Estimar la relación de hoja-tallo es sumamente importante, las hojas tienen más proteína cruda que los tallos y son consumidas en mayor grado por los rumiantes (Laredo y Minson, 1973).

La proporción de leguminosas y gramíneas y las especies presentes, tienen un efecto notable sobre la calidad del forraje, las mezcla de hierbas no deseables, reduce la proporción de las especies útiles y reduce el valor nutritivo, los forrajes nutritivos contienen una proporción máxima de hojas en relación a la de tallos. La parte superior de la planta de alfalfa contiene un 10% más de materia seca digestible, que la parte inferior, en la que la proporción de tallos es mayor (Hughes *et al.*, 1976).

La relación hoja-tallo, cambia de acuerdo con el desarrollo fisiológico de la planta y mientras la digestibilidad del tallo decrece rápidamente con la madurez, la de las hojas permanece razonablemente constante Terry y Tilley (1964) citado por (Muslera y Ratera, 1991).

Durante los ciclos de rebrote el rye-grass italiano es una especie remontante, en la mayoría de las gramíneas de las zonas templadas, que no son remontantes, es decir incapaces de producir tallos y espigas cuando el esbozo de la espiga ha sido suprimido en el primer ciclo, los rebrotes son exclusivamente hojosos, la alfalfa contiene más tallos y menos hojas al comienzo de la primavera que la correspondiente a gramíneas (González, 1990).

Al mismo tiempo se producen cambios en la composición química, aumento de CHO'S (carbohidratos) estructurales (Celulosa y hemicelulosa), que se digieren lentamente, y lignina, que además de no ser digestible debido a su asociación con los CHO'S de las paredes celulares reduce la digestibilidad de éstos. Los CHO'S solubles, almidón y pectina disminuyen en tallos y permanecen relativamente constantes en las hojas (Muslera y Ratera, 1991).

### **Selectividad**

Es obvio que la estructura de la capa vegetal puede influir directamente en el consumo, porque afecta la facilidad o dificultad con que el pasto puede ser ingerido,

incluso cuando la selección entre los distintos componentes de la pradera es inexistente o insignificante. Donde la selección es un factor importante hay un efecto adicional, porque la ubicación de los componentes preferidos afecta la facilidad de selección y por ende, tanto la composición de la dieta como la tasa de ingestión. El mayor o menor nivel de selección observado entre las hojas y los tallos en una pradera asociada de gramíneas y leguminosas dependerá, por una parte, de la preferencia relativa por los distintos componentes de la pradera, y por otra, de la distribución de dichos componentes y del grado en que están entremezclados en la cubierta vegetal (Paladines y Lascano, 1982).

El animal en pastoreo, en un esfuerzo por llenar sus requerimientos nutricionales trata de obtener y mantener la más alta calidad de dieta que puede ofrecerle la pradera, para lo cual ejerce un efecto selectivo entre especies y partes de la planta, provocando cambios significativos en la biodiversidad o composición botánica, en la estructura, en el comportamiento fisiológico y en el aspecto productivo de la masa vegetal. Esos cambios reflejan la densidad y distribución vertical de la materia seca, en la proporción de los componentes de las plantas: hojas, tallos, inflorescencias y material muerto, principalmente (FIRA, 1994).

### **Composición botánica**

En una pradera, la proporción relativa de las especies vegetales es un factor que influye en la selectividad y en el consumo de alimento. En primer lugar, pueden

señalarse las diferencias entre leguminosas, gramíneas y malezas; en un estado similar avanzado de crecimiento, las leguminosas son más preferidas que las gramíneas, por su alto contenido de proteína y porque a medida que avanza la madurez, mantienen alto contenido de nutrimentos y alta digestibilidad. En estado joven, sin embargo, las leguminosas pueden ser más rechazadas que los pastos, dada su poca gustosidad y las mayores posibilidades de timpanismo en el ganado (Jiménez y Martínez, 1989).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del área experimental**

La presente investigación se realizó durante el ciclo primavera-verano de 1998, en el rancho ganadero “El Aguatoche” que se localiza en el municipio de Saltillo, Coahuila, a los 25°06'52" de latitud norte y 100°50'07" de longitud oeste con una altitud de 1855 msnm.

## **Clima**

Es una región cuyo clima adopta las letras-símbolos BS<sub>1</sub> Kw (e') según la clasificación de Köppen modificada por García (1973) encontrándose entre los climas semiáridos. Bs es intermedio entre los áridos, Bw y los húmedos A o C. Mendoza (1984), reporta que la región tiene una temperatura media anual de 13.4°C con lluvias en verano las cuales son más abundantes en julio y agosto alcanzando una precipitación promedio anual de 307 mm. Las heladas, generalmente comienzan en octubre pudiendo prolongarse hasta abril y en raras ocasiones se presentan en mayo, siendo las más intensas y frecuentes en enero, cuando alcanzan temperaturas mínimas de hasta -12°C, en este mes las temperaturas máximas promedio son de 28°C. El mes más caluroso del año es junio con temperatura media, máxima y mínima promedio de 18.1°C, 34°C y 10.4 ° C respectivamente. Por lo que se refiere a la evaporación, los valores rara vez son superiores a 200 mm mensuales presentándose las máximas en abril, mayo y junio. La humedad relativa tiene un valor promedio de 80 por ciento pudiendo pasar del 90 por ciento en invierno y en los meses lluviosos. Los vientos que predominan durante el año son del sureste.

## **Suelo**

El suelo se clasifica como tipo Xerosol cálcico, de texturas finas y con material petrocálcico, según Cetenal (1970). Se caracteriza por tener poca profundidad,

reacción alcalina, alta concentración de carbonatos, alto contenido de calcio, un contenido moderado de materia orgánica y tiene deficiencias de agua debido a que la precipitación es limitada, de acuerdo a tales características y según la séptima aproximación (sistema americano) se sitúa dentro del orden molisol, suborden ustolls, y gran grupo calciustolls los cuales se caracterizan por tener un epipedón mólico.

## **Agua**

El agua que se utiliza para el riego se bombea de acuíferos subterráneos. La calidad del agua se clasifica, según el personal del laboratorio de salinidad de los Estados Unidos (1962), como  $C_2 C_1$ , indicando que es agua de salinidad media que puede utilizarse en cierto grado moderado de lavado, en cuanto a sodio ( $S_1$ ) se indica que puede emplearse en riego con pocas posibilidades de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable (Ortega, 1986).

## **Metodología Experimental**

El trabajo se realizó en una pradera de 80 ha regada con pivote central compuesta de alfalfa (*Medicago sativa*), orchard grass (*Dactylis glomerata*), festuca

(*Festuca arundinacea*) y bromo (*Bromus inermis*). Con una proporción en la composición botánica de la mezcla de gramínea-leguminosa 60:40 respectivamente.

El lote de ganado estaba compuesto de 200 animales tipo 1 predominantemente de cruces de razas europeas, con un peso promedio de 235 kg.

El trabajo consistió en la realización de tres eventos de muestreo, cada uno de los cuales duraba 3 días.

En cada uno de estos eventos de muestreo se aplicaron tres tratamientos de asignación de forraje a los animales. Estos tratamientos de asignación fueron: 7%, 4% y 2% del peso vivo de los animales en apacentamiento, en base a materia seca.

En cada tratamiento, se realizaron seis muestreos durante el día de apacentamiento (24 horas) a diferentes tiempos: 10:00 h (1), 13:00 h (2), 16:00 h (3), 19:00 h (4), 7:00 h (5) y 10:00 h (6). Se estimó la materia seca presente en cada uno de los 6 muestreos diarios con 20 cortes en parcelas circulares de 0.20 m<sup>2</sup> las cuales eran colectados en bolsas de papel para secarlas durante 72 h en estufa de aire forzado a una temperatura de 60<sup>0</sup>C. En el primer muestreo (1) estos cortes se realizaron antes de entrar a apacentar los animales para calcular la superficie que se les debía asignar para cumplir con el tratamiento que se deseaba aplicar. Los muestreos de los tiempos 2 a 5 eran durante el apacentamiento (13,16,19 y 7h) y el tiempo 6 (10 h) al terminar el pastoreo del día, después de que los animales eran cambiados a otra sección de la pradera.

Los muestreos para los demás tratamientos tuvieron la misma secuencia con un total de 120 muestras por asignación.

### **Componentes del Rendimiento**

De las 20 muestras que se hicieron por período de apacentamiento se utilizaron 5 para determinar componentes de rendimiento por separación manual, primero se separaba gramínea, leguminosa y maleza, y luego se hacía la separación de hoja y tallo de cada una de éstas, la separación de cada uno de los componentes se depositaban en bolsas diferentes, lo mismo se hizo para las demás muestras de las asignaciones, las cuales posteriormente fueron secadas en estufa durante 72 hrs. a una temperatura de 60°C; después de este proceso se pesó: hoja de gramínea (HG), tallo de gramínea (TG), hoja de leguminosa (HL), tallo de leguminosa (L) y maleza (M). Los datos de estos pesos fueron capturados en una hoja electrónica del paquete QPRO (versión 5.0) en la cual fueron convertidos los datos a porcentajes para obtener las variables de componentes de rendimiento que fueron evaluadas, las fórmulas de conversión fueron las siguientes:

$$HG (\%) = (PTHG/PTGL)*100$$

$$HL (\%) = (PHTL/PTGL)*100$$

$$G (\%) = [(PTHG+PTTG)/PTGL]*100$$

$$L (\%) = [(PHTL+PTTL)/PTGL]*100$$

$$H (\%) = [(PTHG+PHTL)/PTGL]*100$$

$$T (\%) = [(PTTG+PTTL)/PTGL]*100$$

donde:

PTHG = Peso Total de Hoja Gramínea

PTTG = Peso Total de Tallo Gramínea

PHTL = Peso Total de Hoja Leguminosa

PTTL = Peso Total de Tallo Leguminosa

PTGL = Peso Total de Gramínea y Leguminosa

### **Valor Nutritivo**

Las muestras que se utilizaron para determinar valor nutritivo fueron las 15 restantes, las cuales se agruparon en 3 grupos de 5 muestras. Estos 3 grupos se molieron, para que de esta forma las muestras fueran más homogéneas y se realizaron 2 repeticiones de cada uno en el laboratorio de LALA Alimentos por la técnica de Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS), dando un total de 36 repeticiones por tratamiento (6 horas X 6 repeticiones). Por lo anterior, se obtuvieron 108 análisis por evento y un gran total de 324 análisis. Los resultados fueron capturados en una hoja electrónica (QPRO ver. 5.0). Las variables evaluadas fueron las siguientes: Calcio (%Ca), Fósforo (%P), Magnesio (%Mg), Proteína Cruda (%PC), Fibra en Detergente Ácido (%FDA), Fibra en Detergente Neutro (%FDN), Energía Metabolizable (EM Mcal kg<sup>-1</sup>), Digestibilidad de Materia Seca (%DMS). Las dos últimas variables, fueron

estimadas a partir del valor-D (%V-D) el cual se puede estimar a partir de valores de fibra en detergente ácido modificada (Morgan, 1973; MAFF,1984) y de fibra en detergente ácido. Para el presente trabajo el valor-D se estimó de %FDA, las fórmulas para determinar las últimas dos variables fueron las siguientes:

$$V-D(\%) = 102.115 - (1.035 * FDA), \text{ (Díaz, 1995)}$$

$$EM(\text{mcal kg}^{-1}) = (0.15 * V-D) * 0.2390, \text{ (MAFF, 1984)}$$

$$DMS(\%) = (V-D + 4.8) / 0.98, \text{ (MAFF, 1984)}$$

donde:

V-D = Valor-D

EM = Energía Metabolizable

DMS = Digestibilidad de Materia Seca

### **Análisis Estadístico**

El análisis estadístico de esta información se realizó por componentes principales el cual es uno de los métodos de análisis más difundidos, que permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población, con este análisis se relacionaron las variables de componentes del rendimiento con las del valor nutritivo y las relaciones de las variables dentro de cada uno de estos grupos de variables. Este análisis produce variables compuestas (combinaciones lineales de las variables

originales) con criterios de máxima variabilidad y ortogonalidad y ofrece una fácil interpretación en estudios complejos (muchas variables) (Pla, 1986).

Las relaciones entre variables que se consideraron de mayor utilidad práctica se analizaron por regresión lineal simple (Steel y Torrie, 1960).

El paquete estadístico que se utilizó fue STATISTICA ver. 4.2 (STATISTICA, 1994).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el análisis de componentes principales se analizaron 15 variables con 53 observaciones provenientes de diferentes tratamientos de asignación de forraje y eventos de muestreo. Las variables fueron: hora del día (H), fósforo (%P), calcio (%Ca), magnesio (%Mg), proteína cruda (%PC), fibra en detergente ácido (%FDA), fibra en detergente neutro (%FDN), energía metabolizable (EM Mcal kg<sup>-1</sup>), digestibilidad de materia seca (%DMS), hoja gramínea (%HG), gramínea (%G), hoja leguminosa (%HL), hoja (%H), tallo (%T), leguminosa (%L). Este análisis resumió en los primeros 3 componentes el 83.27% de la varianza total. En el Cuadro 1, se presentan los coeficientes de correlación de cada variable con los 3 componentes principales y la

varianza explicada por los mismos. El primer componente principal (CP1) explicó el 43.40% de la varianza y 10 variables tuvieron una alta relación con el componente (%FDA, %FDN, EM (Mcal kg<sup>-1</sup>), %DMS, %HG, %HL, %H, %G, %L y %T); el segundo componente principal explicó el 26.49 %, las variables fueron (%Ca, %P, %Mg, %PC, %H y %T) y mostraron relación con el componente; y el tercer componente principal (CP3) explicó el 13.38 % de la varianza, en el cual podemos observar que la EM (Mcal kg<sup>-1</sup>), %DMS y %G tuvieron una relación negativa con el componente y %FDA, %L se relacionan en forma positiva. Este componente indica una relación positiva entre EM (Mcal kg<sup>-1</sup>), %DMS y %G; y entre %FDA y %L.

**CUADRO 1.** Coeficientes de correlación de las variables con los primeros tres componentes principales

VARIABLE	C.P. 1	C.P. 2
H	-0.25	0.42
%Ca	0.42	-0.70*
%P	0.15	-0.66*
%Mg	0.36	-0.77*
%PC	0.28	-0.86*
%FDA	-0.79*	0.22
%FDN	-0.79*	0.48
%EM	0.77*	-0.24
%DMS	0.79*	-0.22
%HG	-0.84*	-0.49
%HL	0.81*	0.25
%H	-0.73*	-0.57*
%G	-0.73*	-0.35
%L	0.76*	0.31
%T	0.75*	0.54*
EIGENVALOR	6.51	3.97
VARIANZA (%)	43.40	26.49
VARIANZA ACUMULADA (%)	43.40	69.89

H = Hora

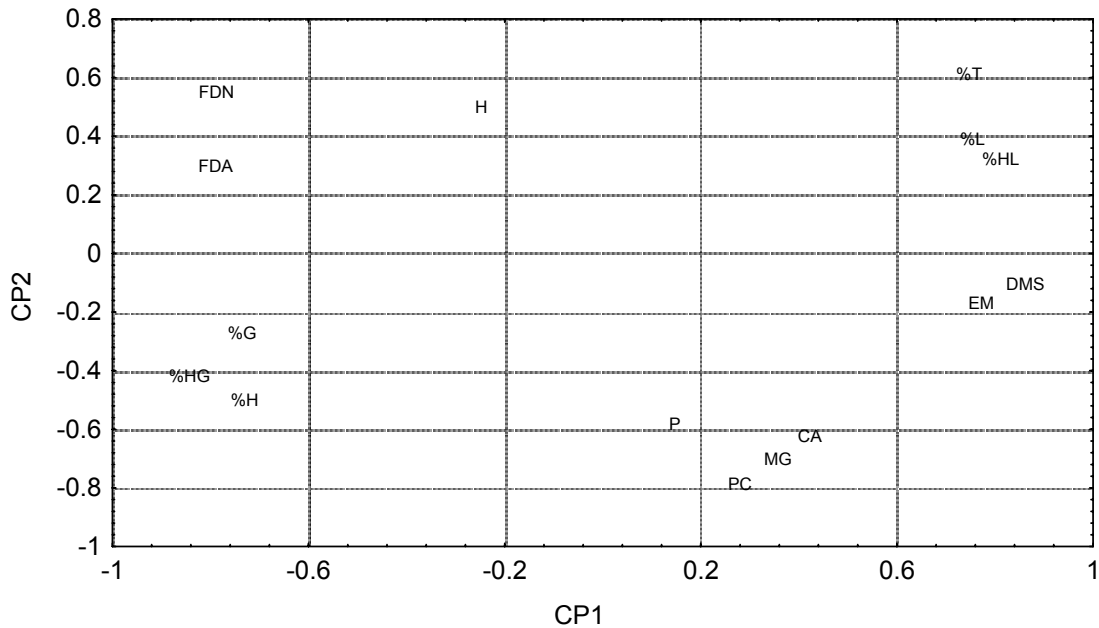
HG(%) = Hoja gramínea

Ca(%) = Calcio  
P(%) = Fósforo  
Mg(%) = Magnesio  
PC(%) = Proteína cruda  
FDA(%) = Fibra en detergente ácido  
FDN(%) = Fibra en detergente neutro  
EM(Mcal kg<sup>-1</sup>) = Energía metabolizable  
DMS(%) = Digestibilidad de materia seca

HL(%) = Hoja leguminosa  
H(%) = Hoja  
G(%) = Gramínea  
L(%) = Leguminosa  
T(%) = Tallo  
C.P.1 = Componente principal 1  
C.P.2 = Componente principal 2  
C.P.3 = Componente principal 3

\* = Significancia

En la Figura 1 observamos que las variables %T, %L, %HL, EM (Mcal kg<sup>-1</sup>), %DMS tuvieron una relación positiva con el componente y negativa con %FDA, %FDN, %G, %HG, %H. Por lo tanto es un componente que distribuyó hacia su derecha observaciones con alto %L, %T, %HL, EM(Mcal kg<sup>-1</sup>), y %DMS, esto es, observaciones de mayor digestibilidad y mayor presencia de leguminosa. Hacia la izquierda del componente se distribuyeron observaciones de baja digestibilidad, alto nivel de fibras y alta presencia de gramíneas. En el segundo componente principal (CP2) las variables con mayores porcentajes fueron la %PC, %Ca, %Mg, %P, % H y % T. En el cual solo el % T tuvo una relación positiva con el componente, el cual distribuyó las observaciones de su sector positivo al negativo en un gradiente de alto %T y baja %PC, minerales (%Ca, % P, %Mg) y %H a observaciones con características inversas de las anteriores.

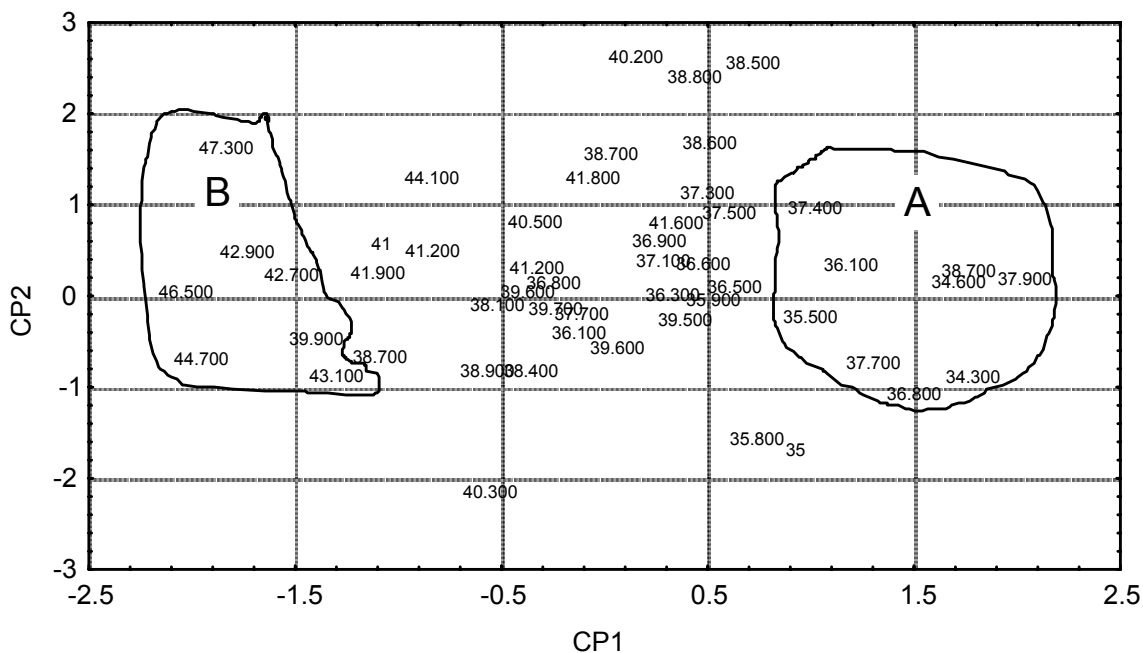


**Figura 1.** Distribución de las variables en los componentes 1 y 2.

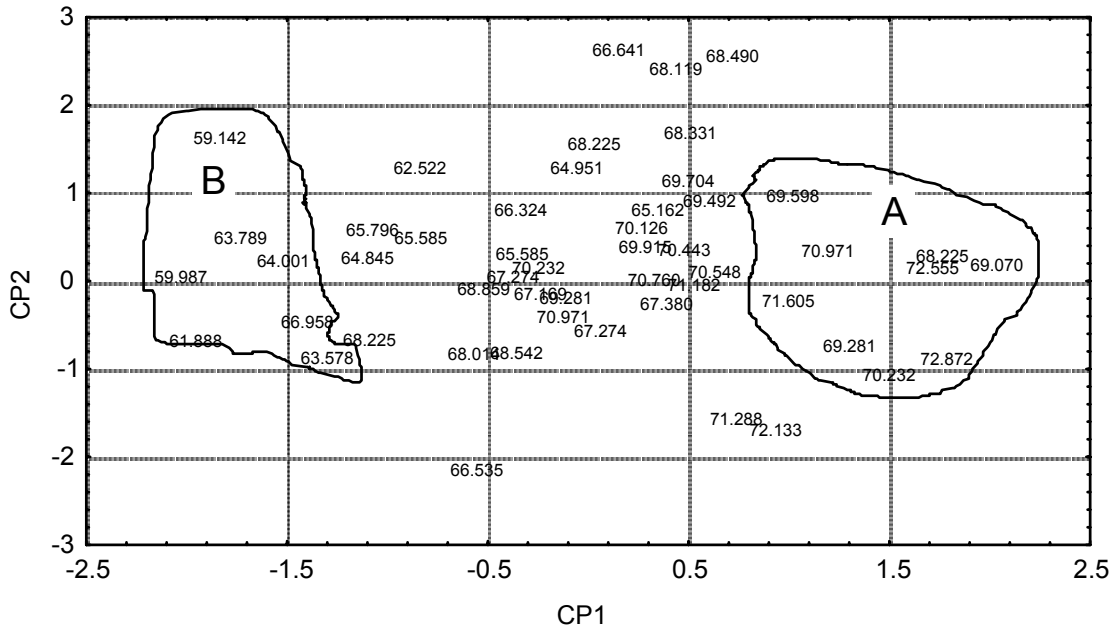
**Relaciones entre digestibilidad de materia seca, fibra en detergente ácido y composición botánica.**

En las Figuras 2 a 5 se observan los valores de %FDA, %DMS, %G y %L respectivamente para la distribución de las observaciones en el CP1 y CP2. Se caracterizaron 2 grupos de observaciones contrastantes en el CP1. El grupo A en estas Figuras contiene las observaciones con menor %FDA (34.3 a 37.9), mayor %DMS (69.0 a 72.8), menor %G (23.8 a 59.9) y mayor %L (40.1 a 69.7); al respecto podemos observar como %FDA determina el %DMS para este tipo de praderas esto coincide con

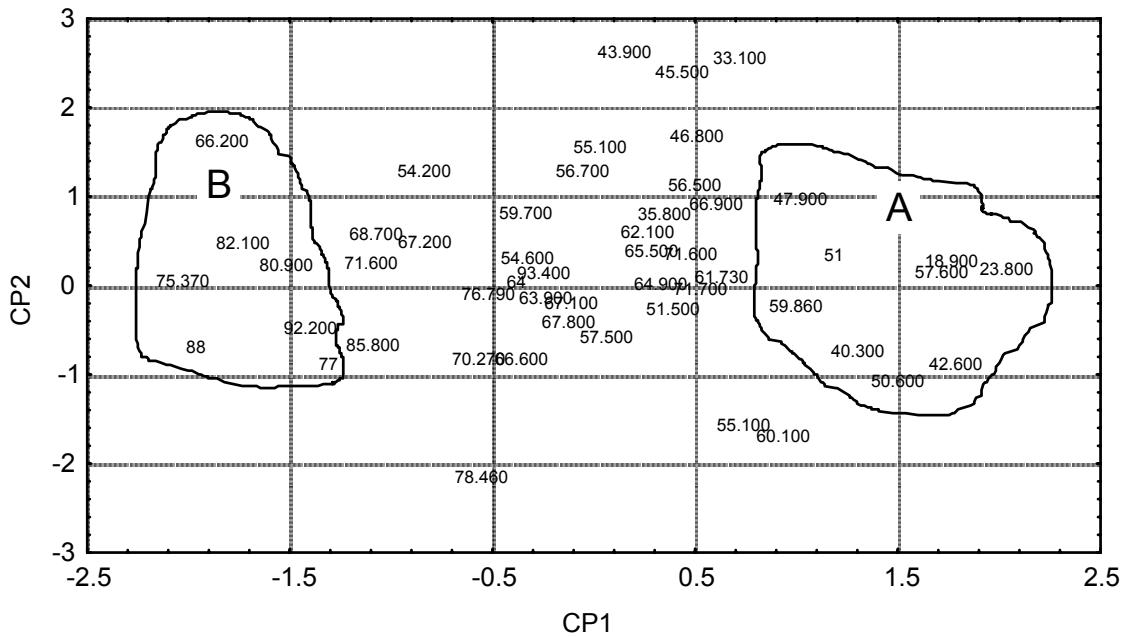
lo mencionado por Juscafresa (1983); Minson (1990); Tejada (1992) citado por (Tejada, 1993) y Díaz (1995) que la FDA determina a la digestibilidad. El grupo B está compuesto por observaciones de mayor %FDA (39.9 - 47.3) menor %DMS (59.1 a 66.9), mayor %G (66.2 a 92.2) y menor %L (5.9 a 24.8), a este respecto el grupo B nos dice que a menor %L mayor %FDA y por lo tanto menor %DMS. Lo que confirma las relaciones descritas anteriormente para el CP1.



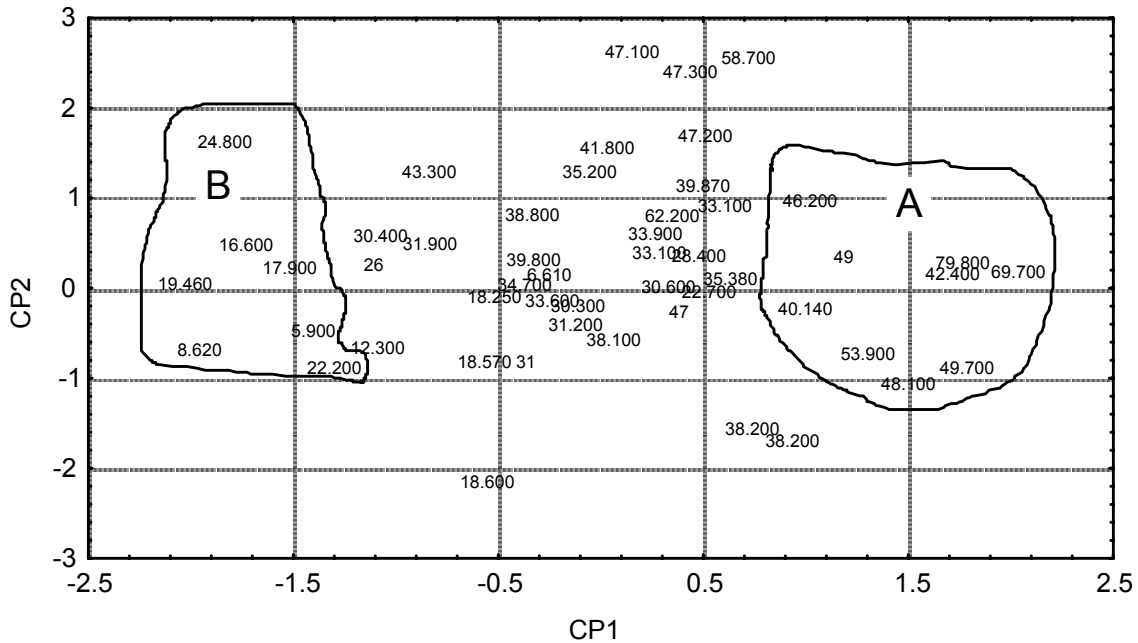
**Figura 2.** Porcentajes de fibra en detergente ácido de las observaciones en CP1 y CP2.



**Figura 3.** Porcentajes de digestibilidad de materia seca de las observaciones en CP1 y CP2.



**Figura 4.** Porcentajes de gramínea de las observaciones en el CP1 y CP2.

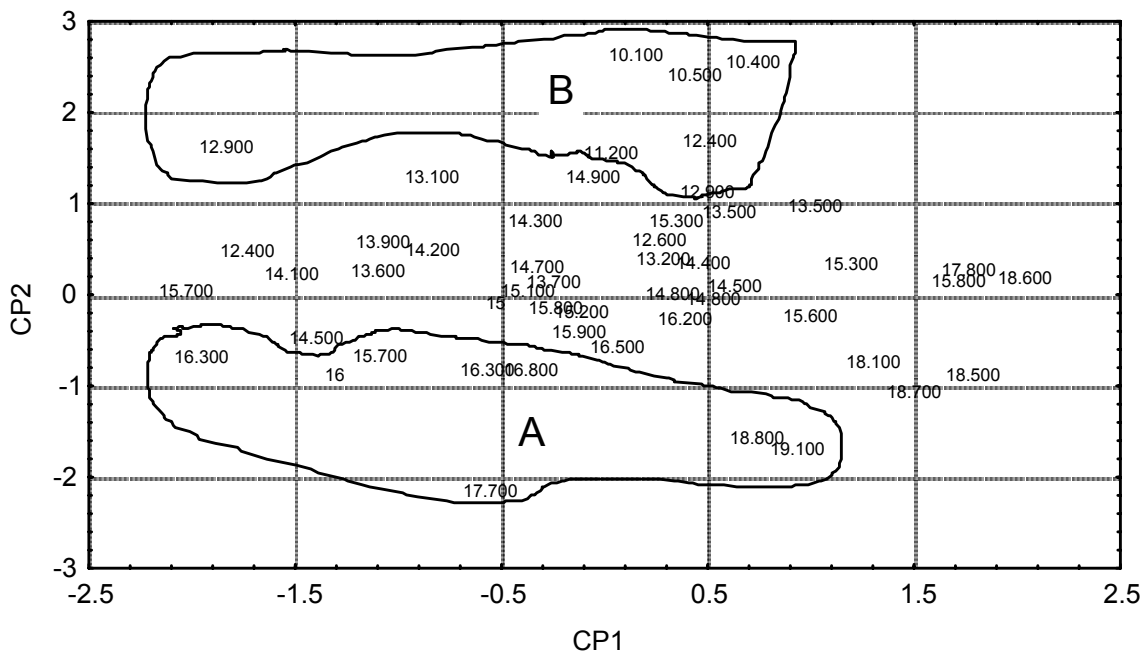


**Figura 5.** Porcentajes de leguminosa de las observaciones en CP1 y CP2

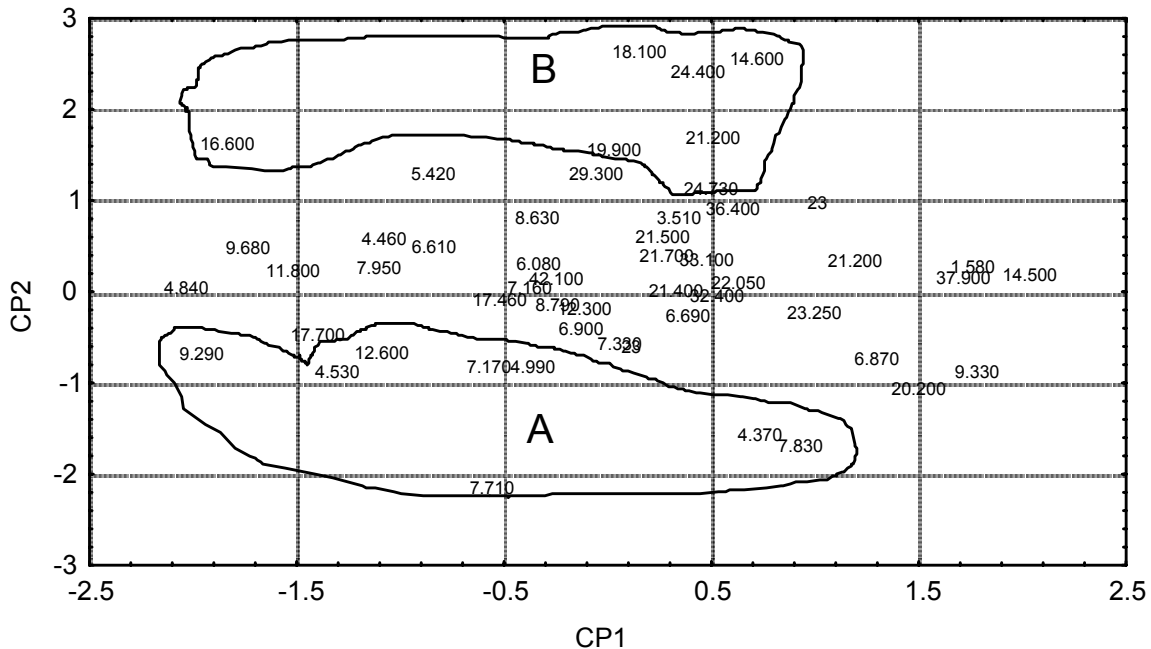
### Relación entre los porcentajes de proteína cruda y tallo de gramínea

En la Figura 6 se presentan las observaciones con sus valores de %PC en los CP1 y CP2. El grupo A tiene una relación negativa con el componente 2 dentro del cual se encuentran los valores más altos (15.7 a 19.1) y el grupo B positivamente con el componente 2 con valores más bajos (10.1 a 13.1). En la Figura 7 donde los valores son %T grupo A (4.4 a 12.6) y grupo B (14.60 a 24.7) podemos comprobar que las

observaciones del grupo A, con alto nivel de %PC presentaron bajo %T y las observaciones del grupo B con bajo nivel de %PC contenían un alto %T. Al respecto observamos que %T determina %PC donde a mayor %T menor %PC y viceversa esto coincide con lo reportado por Laredo y Minson (1973) quienes mencionan que las hojas tienen más PC que los tallos. McIlroy (1976) menciona que las hojas contienen más proteína cruda y menos fibra que los tallos. Muslera y Ratera (1991) indican que el contenido de proteína disminuye constantemente en tallos como en hojas pero más rápido en los primeros.



**Figura 6.** Porcentajes de Proteína cruda de las observaciones en CP1 y CP2.



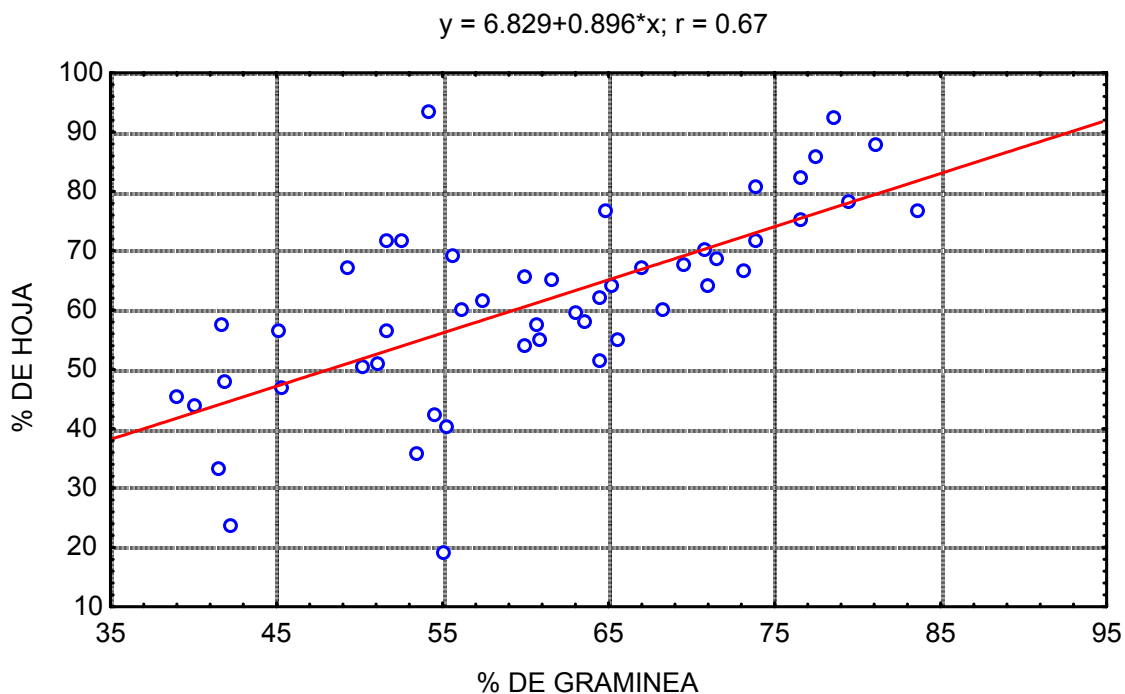
**Figura 7.** Porcentajes de tallo gramínea de las observaciones en CP1 y CP2.

## Modelos que Relacionan las Variables

### Componentes del rendimiento.

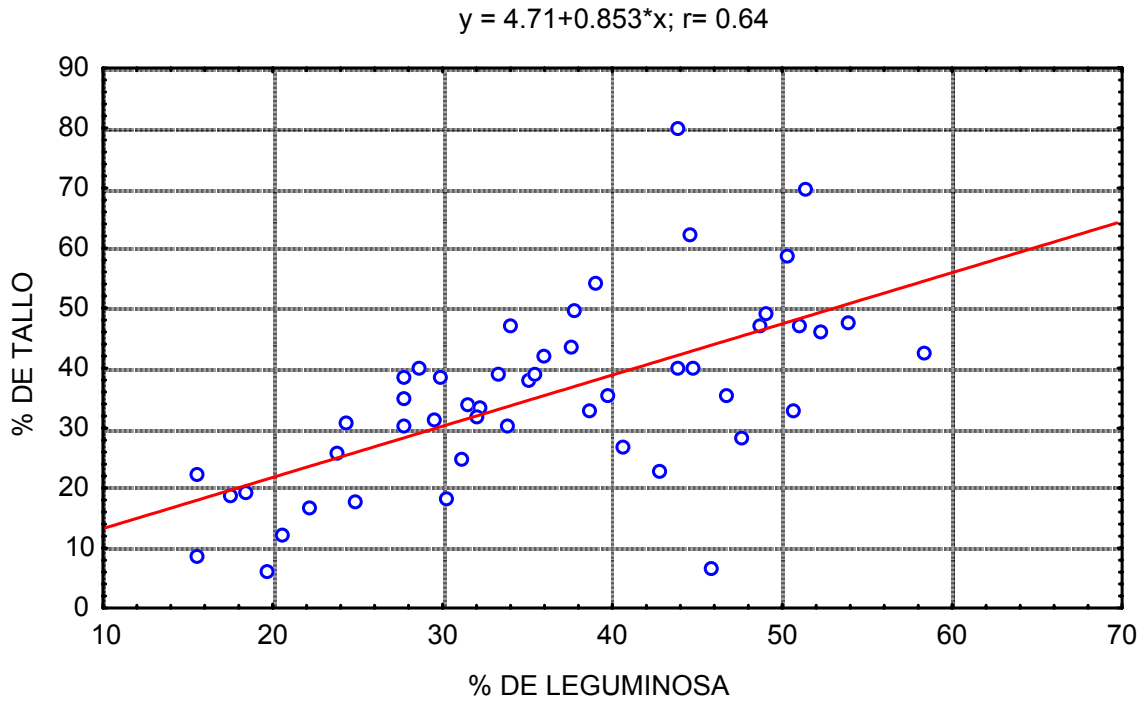
En las Figuras 8 y 9 mediante el modelo de regresión lineal podemos observar las relaciones de las variables de componentes del rendimiento. El %H se encontró positivamente relacionado con el %G con una correlación de  $r=0.67$  y el %T también positivamente relacionado con el %L ( $r=0.64$ ), esto se debió a que la leguminosa tuvo mucho tallo y muy poca hoja y en las gramíneas esta relación fue inversa. En la Figura 10 se confirmó esta relación ya que el %H tuvo una correlación positiva con el %HG ( $r=0.94$ ) lo que implica que en gran medida, %H está definida por el %HG y por %G. Esto coincide con González (1990) quien en un estudio de rye grass italiano y de alfalfa encontró que en los ciclos de rebrotes la gramínea es muy hojosa después del primer

rebrote y que la alfalfa contiene más tallos y menos hojas al comienzo de la primavera que la de gramíneas. Esto también puede deberse a que el estado de madurez de las plantas en la pradera estudiada era avanzada además de que era perenne. Al respecto Duthil (1976) y Terry y Tiller (1964) citado por Muslera y Ratera (1991) mencionan que el grado de madurez afecta la relación hoja-tallo. Al analizar la Figura 11 se observa que el %L y %G tuvieron una relación negativa ( $r=-0.98$ ), esto indica que la leguminosa disminuyó cuando la gramínea aumentó. Esto se debió a que cuando los animales entraban al área asignada preferían en mayor grado la leguminosa que la gramínea, conforme avanzó el tiempo en pastoreo esta relación fue inversa. Estos resultados coinciden con los reportados por Jiménez y Martínez (1989) respecto a que las leguminosas son más preferidas que las gramíneas.

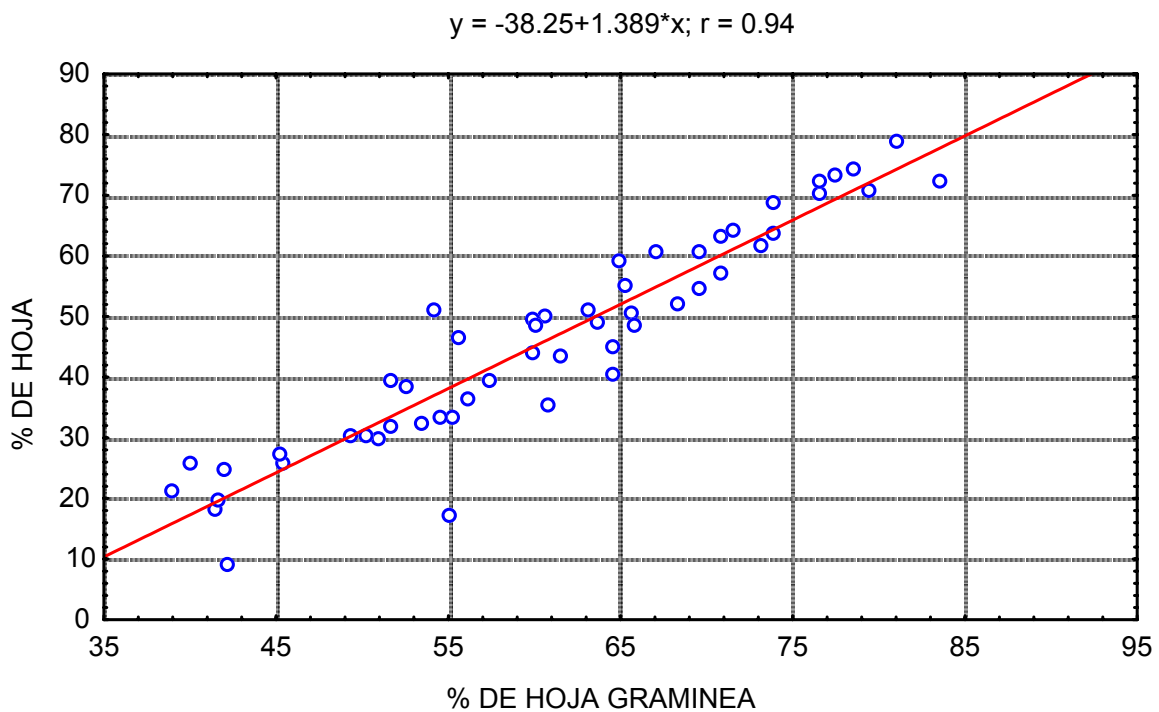


**Figura**

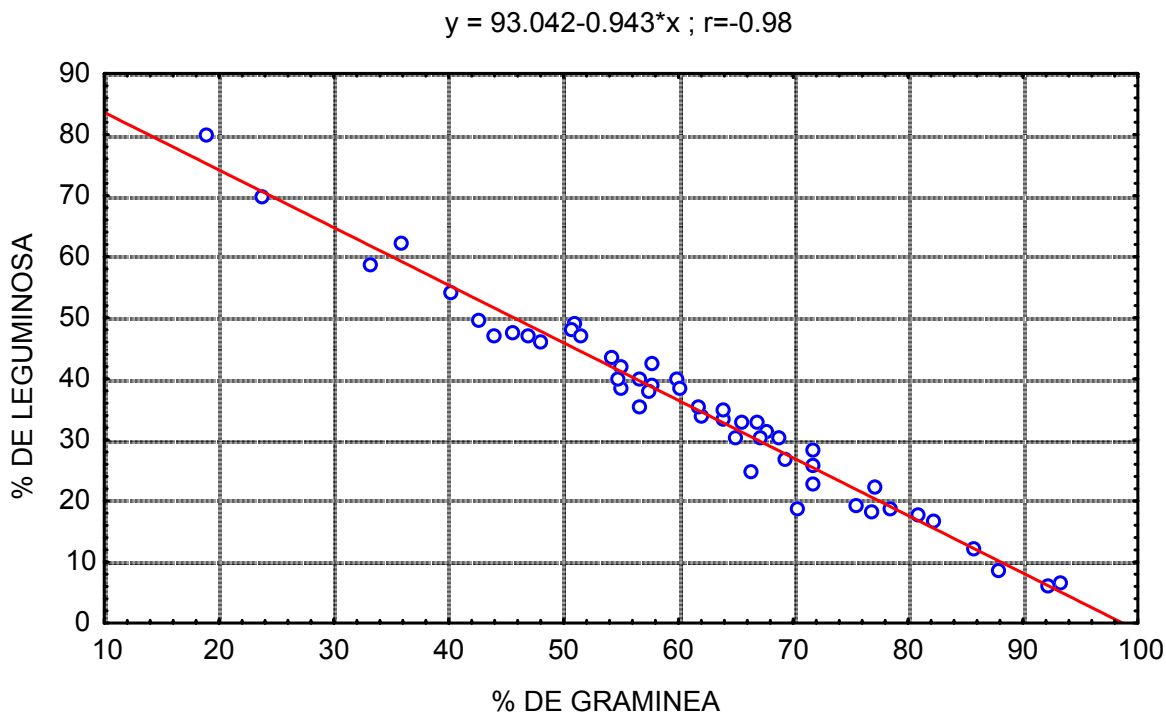
**8.** Relación entre el porcentaje de hoja total y de gramínea.



**Figura 9.** Relación entre los porcentajes de leguminosa y de tallo total.



**Figura 10.** Relación entre los porcentajes de hoja gramínea y hoja total.



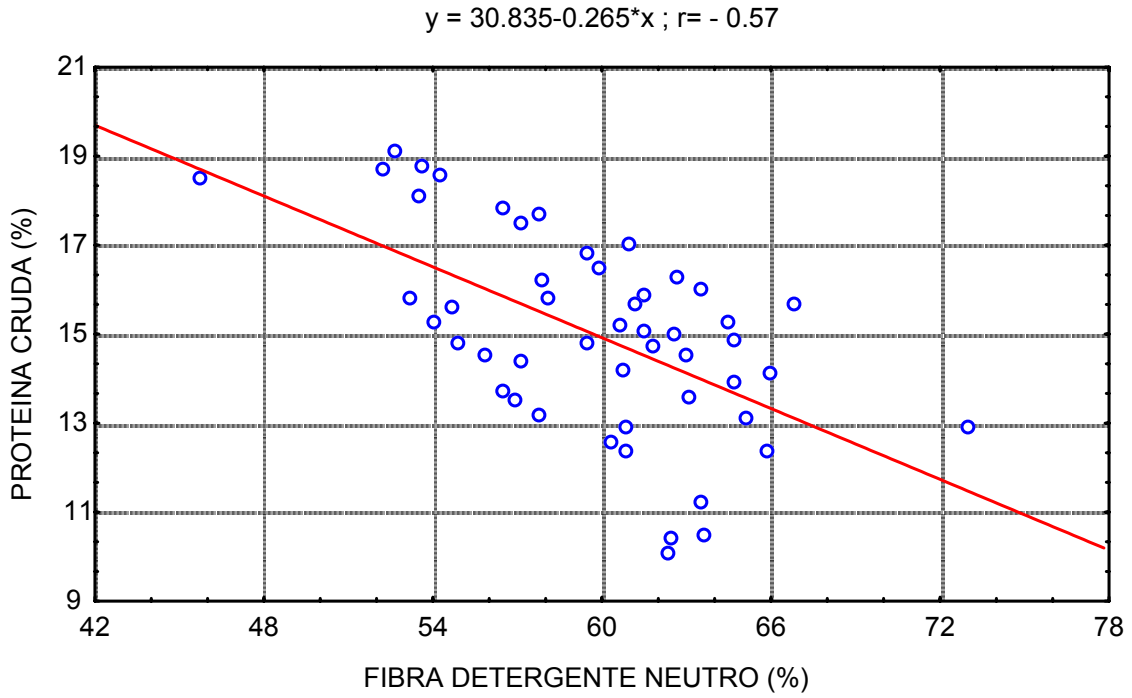
**Figura 11.** Relación entre los porcentajes de leguminosa y de gramínea.

### Valor nutritivo.

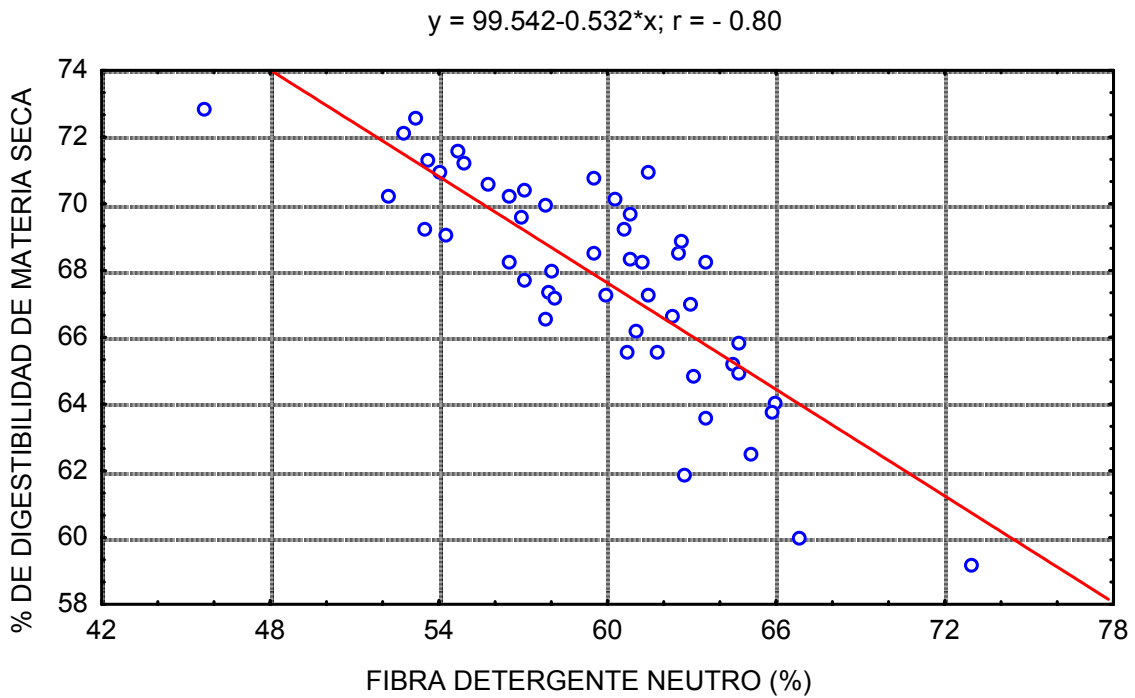
El modelo de regresión lineal indica como se relacionan algunas de las variables de valor nutritivo, como se puede observar en la Figura 12 la relación de la %PC y %FDN fue negativa ( $r = -0.57$ ) esto quiere decir que cuando había más %FDN la cantidad de %PC fue menor. Esta relación coincide con Moore *et al.*, (1990) quien menciona que cuando la FDN se incrementa la PC decrece. En la Figura 13 observamos que existió una relación negativa entre %DMS y %FDN ( $r = -0.8$ ). La relación encontrada de EM(Mcal  $kg^{-1}$ ) y %FDN en la Figura 14 resultó negativa ( $r = -0.81$ ), observamos la estrecha relación entre %DMS y EM (Mcal  $kg^{-1}$ ) al comparar la relación negativa que tienen con el %FDN, en el cual Hodgson (1990) encontró resultados similares y menciona que la EM está estrechamente relacionada con la digestibilidad. Lo que muestra que a medida que aumentó el %FDN la EM(Mcal  $kg^{-1}$ )

disminuyó; en las figuras 12,13 y 14 se aprecia como al incrementar el %FDN disminuyen los %PC, %DMS y EM. Lo cual coincide con Masuda (1973) al mencionar que cuando aumenta la celulosa y lignina, la PC y DMS disminuyen. Al respecto Crampton y Harris (1974) Mares (1984b) Muslera y Ratera (1991), quienes encontraron relaciones inversamente proporcionales en cuanto al contenido de carbohidratos estructurales y la PC y DMS. En la Figura 15 se reporta una relación positiva del %PC y %Ca ( $r=0.8$ ) lo que podría estar asociado con la presencia de leguminosa (%L) que normalmente tienen mayor concentración de %Ca que las gramíneas. Esto coincide con Flores (1990) y Muslera y Ratera (1991) quienes mencionan que las leguminosas sí contienen más calcio que las gramíneas.

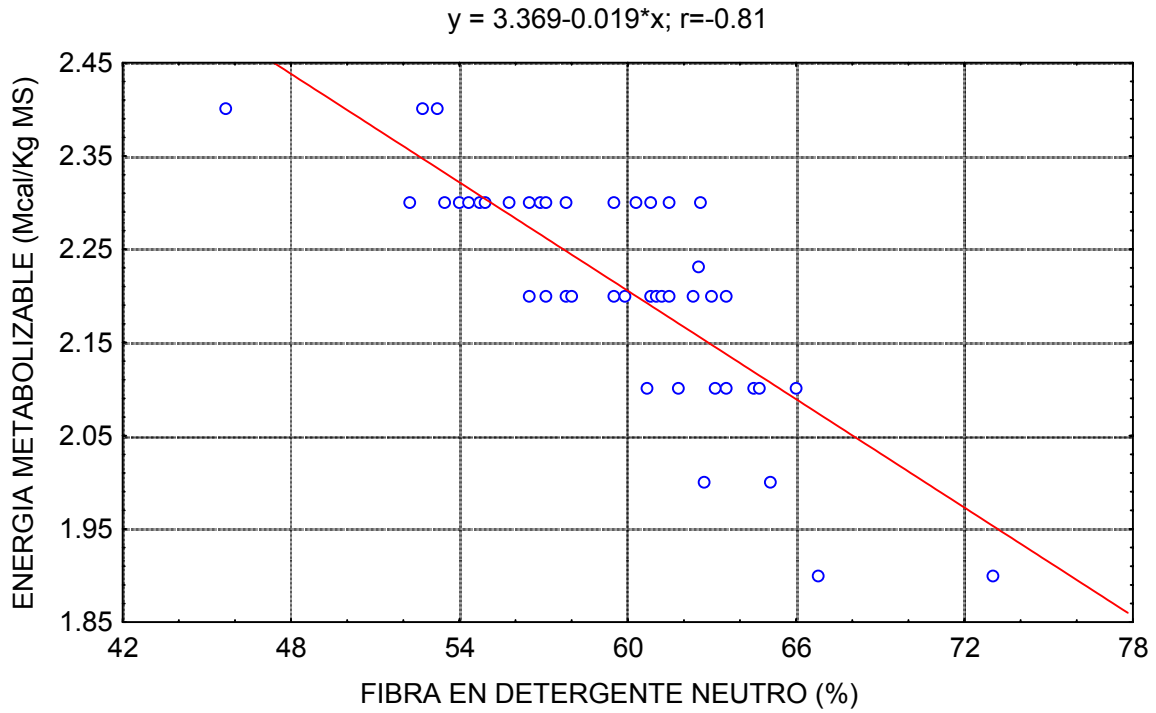
En la Figura 16 se observa que a medida que avanzó el evento de pastoreo (H) la PC disminuyó ( $r= -0.34$ ). Así mismo podemos observar como con el avance del evento de pastoreo (H) disminuyó el %DMS (Figura 17;  $r= -0.32$ ) y se incrementó la %FDN. Esto posiblemente se debe a la selectividad por parte de los animales y la estructura de la planta. En la cual FIRA (1994) indica que el efecto selectivo del animal entre especies y partes de la planta, provoca cambios significativos en la biodiversidad o composición botánica así mismo Jiménez y Martínez (1989) mencionan que la ubicación de los componentes preferidos afecta la facilidad de la selección y por ende tanto la composición de la dieta como la tasa de ingestión.



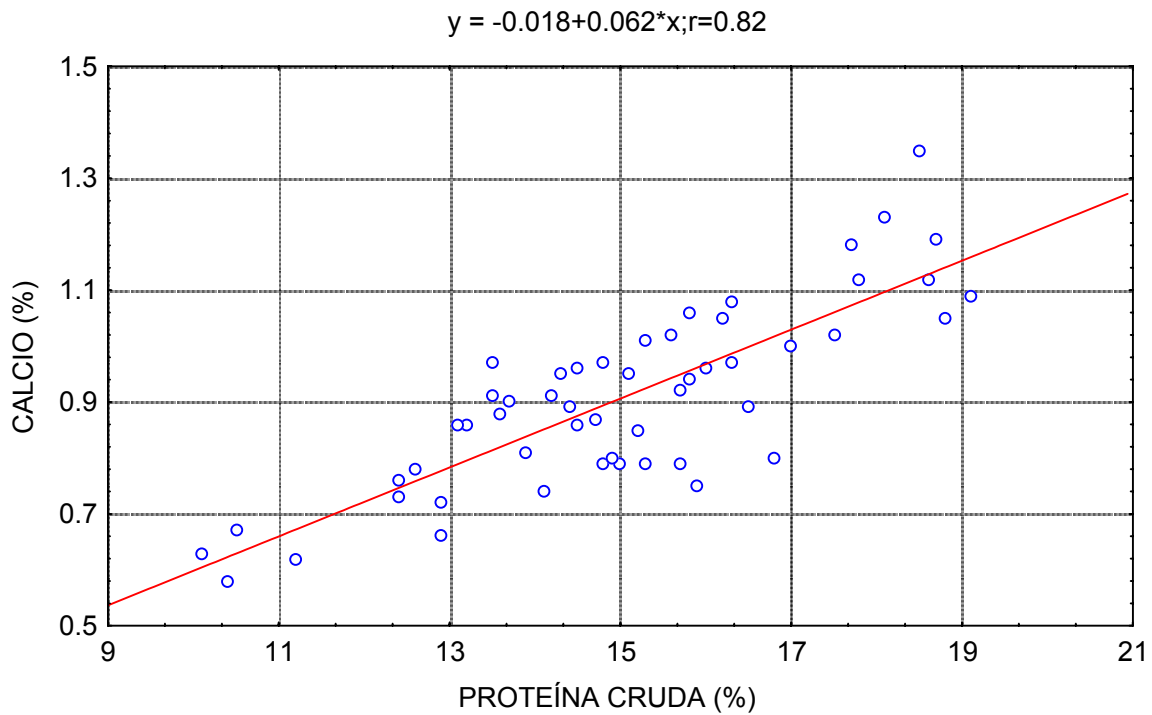
**Figura 12.** Relación entre la proteína cruda y fibra detergente neutro.



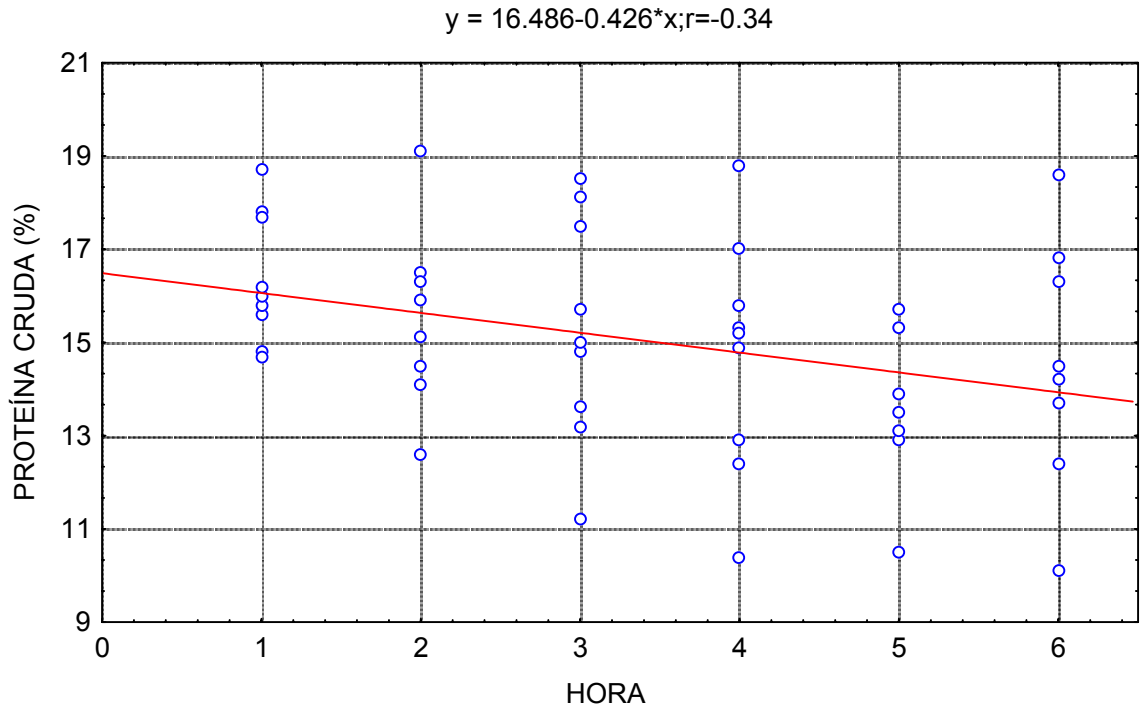
**Figura 13.** Relación entre la digestibilidad y fibra detergente neutro.



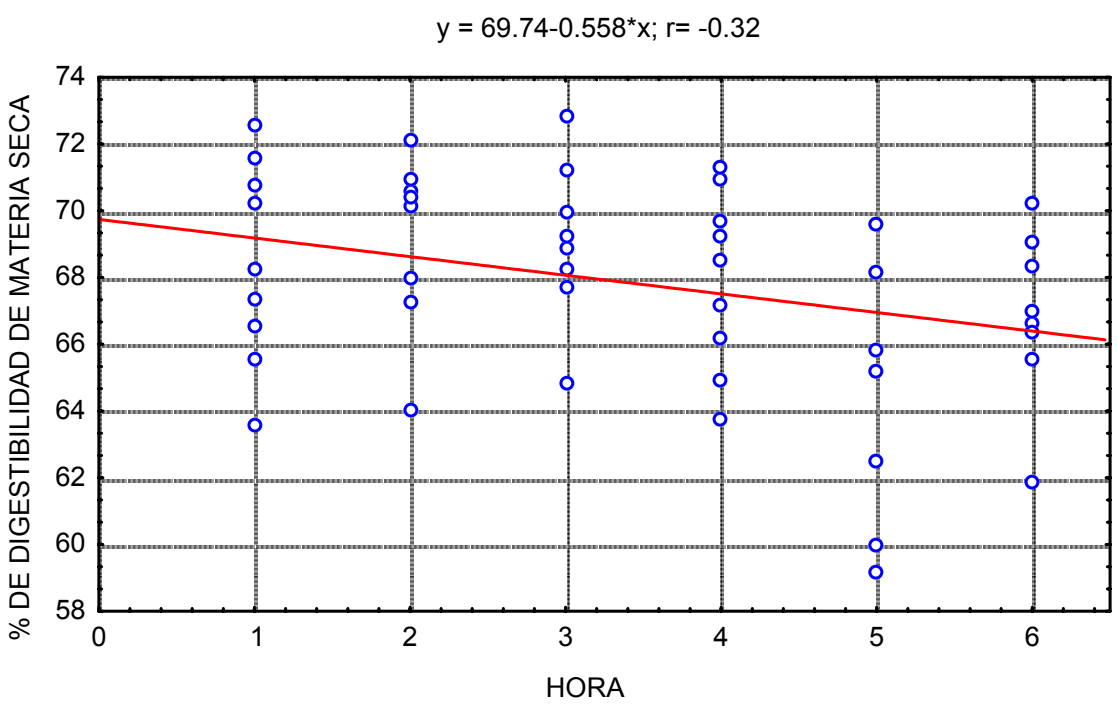
**Figura 14.** Relación entre la fibra en detergente neutro y la energía metabolizable.



**Figura 15.** Relación entre la concentración de proteína cruda y calcio.



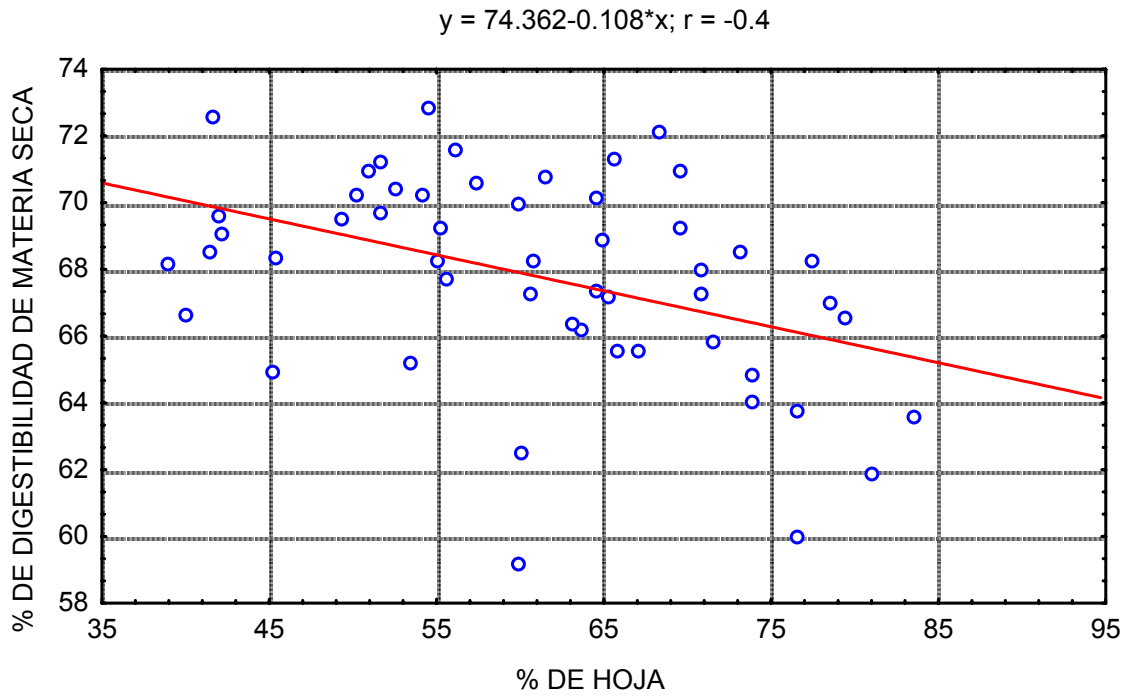
**Figura 16.** Relación entre la proteína cruda y la hora.



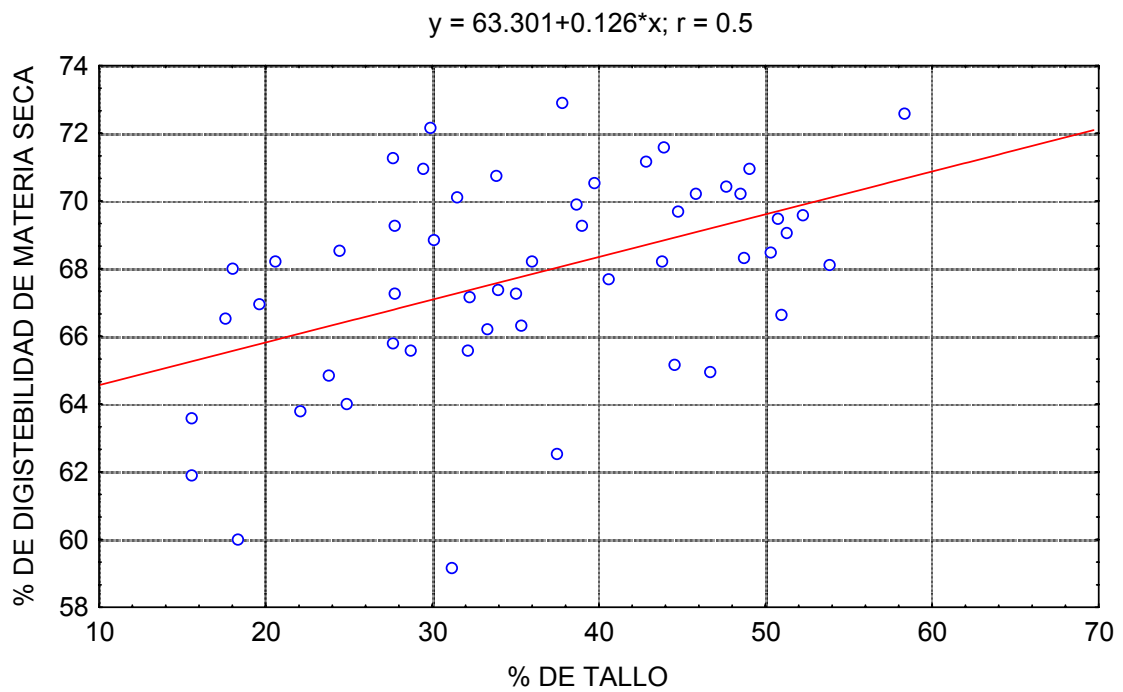
**Figura 17.** Relación entre la digestibilidad de materia seca y la hora.

## Componentes del rendimiento con valor nutritivo

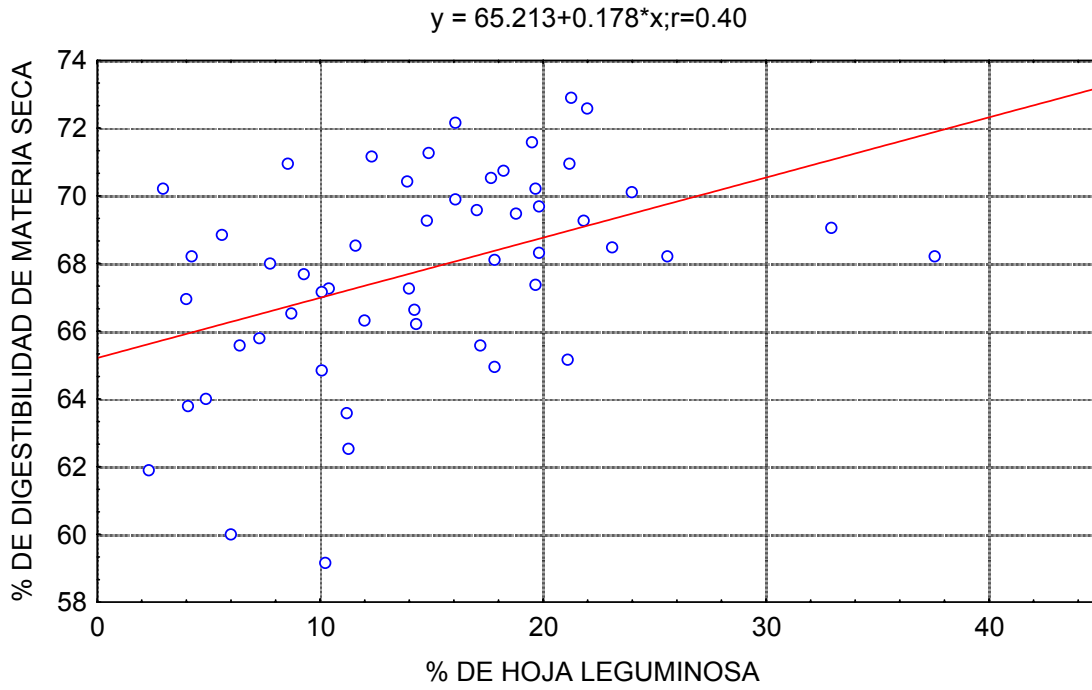
Mediante una regresión lineal se explica la relación de algunas variables de valor nutritivo y componentes de rendimiento. La relación del %DMS con %H y %T fue la siguiente, a mayor %H menor digestibilidad ( $r = -0.4$ ) como se puede apreciar en la Figura 18. A mayor %T mayor %DMS (Figura 19;  $r = 0.5$ ). Estas relaciones, están en desacuerdo con la literatura revisada. Mares (1984b) menciona que una disminución en la relación hoja-tallo también disminuye la digestibilidad y proteína. Terry y Tilley (1964) citados por Muslera y Ratera (1991) indican que la DMS del tallo decrece rápidamente mientras la de la hoja permanece por lo regular constante. Pero se debieron a que el %H se definió en gran medida por el %G como anteriormente se apreció en la Figura 8, y el %T se relacionó positivamente con la leguminosa (%L) como podemos observar en la Figura 9. Además en la pradera estudiada la proporción de gramínea fue mayor que la de leguminosa trayendo como consecuencia el incremento en el %FDA y la disminución correspondiente en %DMS como podemos observar (Figuras 2-5). El %DMS tuvo una relación positiva con el %HL (Figura 20;  $r = 0.4$ ) lo que demuestra que la relación negativa entre %DMS y %H se debió principalmente a que la segunda variable estuvo definida por la presencia de gramínea la que a su vez se relacionó negativamente con %L. El %PC presentó una relación negativa con el %TG ( $r = -0.35$ ) lo que indica que cuando se incrementó el %TG disminuyó el %PC (Figura 21).



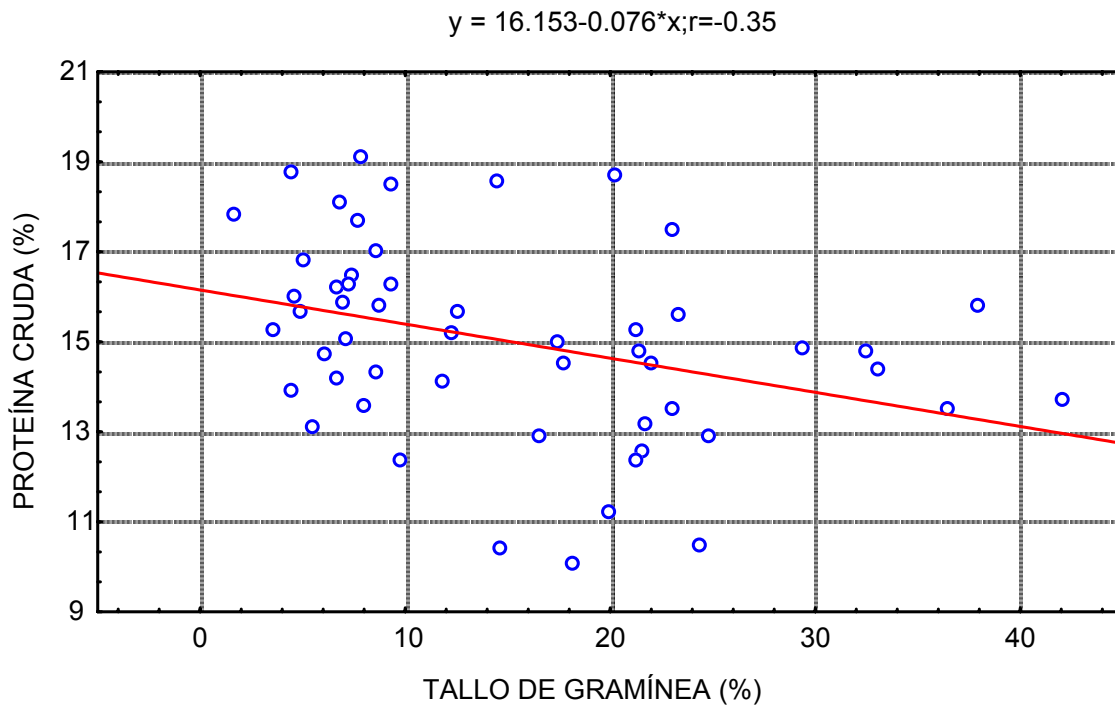
**Figura 18.** Relación de la digestibilidad de materia seca y hoja total.



**Figura 19.** Relación del porcentaje de la digestibilidad y tallo total.



**Figura 20.** Relación entre el porcentaje de digestibilidad y la hoja leguminosa.



**Figura 21.** Relación del porcentaje de proteína cruda y tallo de gramínea

## **CONCLUSIONES**

El porcentaje de hoja total en estas mezclas está definido por el porcentaje de gramíneas; en cambio, la leguminosa incrementa el porcentaje de tallo total. El porcentaje de leguminosa tiene una relación negativa con el porcentaje de gramíneas.

El porcentaje de las fracciones de fibra tiene una relación inversa con el porcentaje de proteína cruda, la energía y la digestibilidad del forraje. La proteína cruda se relacionó positivamente con el contenido de calcio.

La tendencia de la digestibilidad y la proteína cruda es a disminuir al incrementar el tiempo de pastoreo.

El incremento de leguminosa en la composición botánica de las praderas, produce mayores niveles de energía metabolizable y digestibilidad de la materia seca y menores porcentajes de las fracciones de fibra en el forraje disponible. El porcentaje de tallo de gramíneas en la composición botánica tiene una relación negativa con el porcentaje de proteína cruda del forraje. El porcentaje de hoja de leguminosa es un buen indicador de la digestibilidad de la materia seca.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el rancho ganadero “El Aguatoche” que se localiza en el municipio de Saltillo, Coahuila. El objetivo fue determinar la relación entre los componentes del rendimiento y el valor nutritivo del forraje disponible. El trabajo de campo consistió en tres eventos de muestreo cada uno de tres días. En cada uno de estos se aplicaron tres tratamientos de asignación de forraje, 2%, 4% y 7% del peso vivo de los animales en base a materia seca. En cada tratamiento se realizaron seis muestreos al día, y cada muestreo consistió de 20 cortes en parcelas de 0.20 m<sup>2</sup>. De cada uno de los 20 cortes que se hicieron por período, se utilizaron 5 muestras para determinar componentes del rendimiento por separación

manual y las 15 restantes se utilizaron para análisis de valor nutritivo por el método de Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). El análisis estadístico utilizado fue componentes principales y las relaciones entre las variables se analizaron por regresión lineal simple. Las variables evaluadas fueron: hora del día (H), fósforo (%P), calcio (%Ca), magnesio (%Mg), proteína cruda (%PC), fibra en detergente ácido (%FDA), fibra en detergente neutro (%FDN), energía metabolizable ( $\text{Mcal Kg}^{-1}$ ), digestibilidad de materia seca (%DMS), gramínea (%G), leguminosa (%L), hoja (%H), tallo (%T), hoja gramínea (%HG), hoja leguminosa (%HL). La presencia de leguminosa, se asoció positivamente con el %DMS y negativamente con las fibras. Las variables relacionadas positivamente en el componente 1 fueron: %T, %L, %HL, EM, y %DMS y negativa %FDA, %FDN, %G, %H, %HG. En el componente 2 se relacionaron en forma positiva con el componente %T y negativamente %PC, %Ca, %P, %Mg y %H. Se concluye que el porcentaje de leguminosa es un indicador de alta digestibilidad a diferencia de las gramíneas que indican altos contenidos de fibras, el porcentaje de tallo de leguminosa en la mezcla está relacionado positivamente con la digestibilidad y la hoja de gramínea con las fibras. La proteína cruda, la digestibilidad y la energía metabolizable están relacionadas positivamente entre ellas y negativamente con fibra en detergente neutro.

## LITERATURA CITADA

- Crampton, E. W. and L. E. Harris, 1974. *Nutrición Animal Aplicada*. 2a. Edición. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p.46.
- Cullison, A. E. 1983. *Alimentos y Alimentación de los Animales*. 1a. Edición. Editorial Diana, México. p.470-477.
- Díaz, S. H. 1995. *Comportamiento productivo y valor nutritivo de mezclas de especies forrajeras bajo riego*. Disertación Doctoral. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Duthil J. 1976. *Producción de Forrajes* 3a. Edición. Editorial Mundi-prensa. España.
- Fick, G. W., P. W. Wilkens and J. H. Cherney 1994. Modeling Forage quality Changes in the growing crop in Fahey, G. C. (ed.) *Forage quality, Evaluation and Utilization*. Amer. Soc. of Agron.
- FIRA, 1994. *Pastoreo Intensivo Tecnificado de Praderas tropicales Boletín Informativo* Núm. 259 Vol. XXVI.
- Funes, F. 1977. *Introducción y evaluación inicial de gramíneas en Cuba*. Tesis presentada en opción al grado de C. Dr. en ciencias agrícolas. ISCAH. La Habana, Cuba.
- Flores, M. J. A. 1990 *Bromatología Animal*. 3a. Edición, Editorial Limusa. México.

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a la República Mexicana. 2a. ed. UNAM. México.
- Greenhalgh J. F., G. W. Reid, J. N. Aitken and E. Florence. 1966. The Effect of Grazing Intensity on Herbage Consumption and Animal Production. *J. Agric. Sci* 67:13-23.
- González C. J. 1990. Alimentación de Bovinos, Ovinos y Caprinos. 2a. Edición. Editorial, Mundi-Prensa, España.
- Hafez, E. S. E. 1972. Desarrollo y Nutrición Animal 1a. Edición. Editorial Acribia Zaragoza, España.
- Haynes, R. J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy*, 33:227-261.
- Herrera, R. S. y N. Ramos. 1981. Estudio morfofisiológico *Cynodon nlemfuensis*. Primer congreso Nacional de ciencias biológicas. La Habana, Cuba.
- Hodgson, J. 1990. Grazing Management Science into Practice. Longman Scientific & Technical United States of America.
- Hughes, H. D., E. M. Meath y S. D. Metcalfe 1976. Forrajes. 2a. edición. Editorial, continental S. A. México D. F.
- Jiménez, M. A. y H. P. A. Martínez. 1989. " Utilización de Praderas " Universidad Autónoma de Chapingo". México.
- Juscáfresa, B. 1983. Forrajes, Fertilizantes y Valor Nutritivo. Editorial AEDOS. Barcelona, España.
- Kohashi, S. J. 1990. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con el rendimiento. Centro de botánica. Colegio de postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 44 p.
- Laredo, M. A. and D. J. Minson, 1973. The voluntary intake, digestibility, and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24: 875-888 p.
- Laycock, W. A. and D. A. Price 1970. Factors influencing Forage Quality. In: Range and Wildlife Habitat Evaluation a Research Symposium. U. S. Department of Agriculture. p. 37-47.
- MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food). 1984. Energy allowances and feeding systems for ruminants. Reference Book No. 433. HMSO, London, England.

- Mares M., V. M. 1984a. Bases Fisiológicas para el Manejo de Pradera Tropical. P.7-24 (in) A. Novoa. Aspectos de la Utilización y Producción de Forrajes en el Trópico. CIAT. Turrialba, Costa Rica.
- Mares M., V. M 1984b. Aspectos de manejo en praderas. p.33-54 (In) A. Novoa. Aspectos de la Utilización y Producción de Forrajes en el trópico. CIAT. Turrialba, Costa Rica.
- Masuda, Y. 1977. Effect of tillering habits on chemical composition and vitro dry matter digestibility of tropical grasses. *Herbage Abstracts*. 47:215 p.
- Mc Donald, P., R. A. Edwards y J.F.D. Greenhalgh 1975. *Nutrición Animal* 2a. edición. Editorial acribia. Zaragoza, España.
- Mendoza, H. J. M. 1984. Diagnostico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología-UAAAN. México. p 1-7.
- Minson, A. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press.
- Moore, J. E. 1981. La calidad del forraje y el comportamiento animal Memoria del Seminario de Producción y Utilización de forrajes Tropicales. Colegio de Postgraduados Chapingo. México pp. 1-15.
- Moore, K. J., Roberts, C. A. and Fritz, J. O. 1990. Indirect estimation of botanical composition of alfalfa-smooth bromegrass mixtures. *Agron. J.* 82: 287-290.
- Moot, G. O. 1959. Animal Variation and Measument on forage. Quality Symposium on Forage Evaluation IV. *Agron. J.* 51:223-226.
- Morgan, D. E. 1973. *Agricultural development and advisory service annual report 1972*. ADAS, leeds.
- Muslera, P. y G. Ratera 1991. *Praderas y Forrajes producción y aprovechamiento*. 2a. Edición. Editorial Librería agropecuaria. Guadalajara, Jal.
- Nelson, M. L., J. W. Finley, D. L. Scarnecchia and S. M. Parish. 1989. Diet and Forage Quality of Intermediate Wheatgrass Managed Under Continuous and Short Duration Grazing. *J. Range Manage.* 42: 474-479.
- Paladines, O. y C. Lascano. 1982. Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en pequeñas Parcelas. Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Cali, Colombia.
- Pérez, P. J. 1988. Adaptación a la defoliación. 12-64 p. In. *Apuntes no publicados del curso de forrajes tropicales*. Colegio de postgraduados. Montecillo, México.

- Pérez, V. A. 1990. Resistencia a la sequía XXIX: Aspectos biológicos y fisiológicos de la "Espinaca de agua", *Ipomoea aquatica* forsk. (Convolvulaceae). Tesis de Maestría. Colegio de postgraduados. Montecillo, México 135p.
- Perry, T. W. 1984. Animal Life Cycle Feeding and Nutrition. Editorial Academic Press, Inc. in The United States of America.
- Pla E. L. 1986. Análisis Multivariado. Método de Componentes Principales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Washington, D. C.
- Posler, G. L., Lenssen, A.W. and Fine, G. L. 1993. Forage Yield, Quality, compatibility, and persistence of warm-season grass-legume mixtures. *Agricultural Journal*. 85:554-560.
- Schuster, L. J. 1986. Grazing Research in Texas (1980-1985). Texas Agric. Exp. Sta. CPR.-4416-4457.68p.
- Schweitzer, S. H., Bryant, F.C. and Wester, D.B. 1993. Potential forage species for deer in the southern mixed prairie. *J. Range Manage.* 46: p. 70-75.
- Statistica, 1994. Statistica for windows versión 4.2. vol. 1 General conventions Statistica 1. StatSoft, Inc Tulsa Ok.
- Steel G. D. y J. H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill Book Company, United States of America.
- Tejada de H. Y. 1983. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. 1a. Edición. Editorial Talleres del INIP, Junio, p.22-24.
- Tejada de H. Y., 1992. Control de calidad y Análisis de alimentos para animales. En Memoria Curso Internacional Avanzado de Nutrición en Rumiantes. Tejada de H. Y. (1993). Col. de Post. Montecillo, México.
- Thorton, R. F. y D. J. Minson, 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake, and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 24: 889-898.
- Wilkinson, J. M. y J. C. Tayler. 1972. Producción de Vacuno de Carne en Pradera. 1a. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Woledge, J.,A. Reynery, V. Tewson and A. J. Parsons. 1990. The effects of cutting on the proportions of perennial rye grass and whiteclover in mixtures. *AFRC Institute of Grassland and Environmental Research, Hurley, Maidenhead, Berkshire* 47:169-179.

