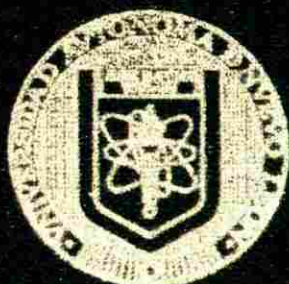


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**Dinámica estacional del valor nutritivo y cinética
ruminal de la planta completa, hojas y tallos del
zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) así como los
híbridos nueces y llano**

TESIS

QUE PRESENTA

BIOL. JORGE ARTURO ALBA AVILA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO
DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN**

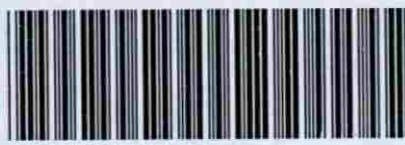
**RECURSOS ALIMENTICIOS Y PRODUCCION
ACUICOLA**

San Nicolás de los Garza, N. L.

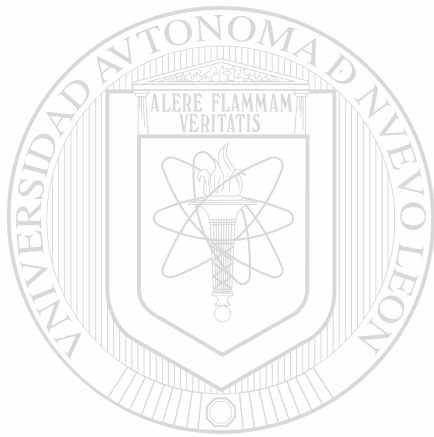
Mayo del 2000

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

TM
SB201
.B8
A43
2000
c.1



1080124338



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

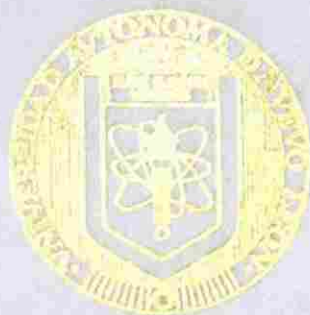


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Estudio del valor nutritivo y cinética
de la digestión completa, hojas y tallos del
cacaotero (*Theobroma cacao* L.) así como los
ácidos nucleicos y amino

UANL
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

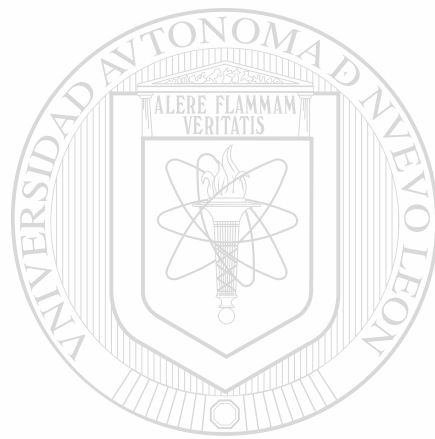
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN

RECURSOS ALIMENTICIOS Y PRODUCCIÓN
ACUÍCOLA



M
B
·B8
A43
26 a



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Dinámica estacional del valor nutritivo y cinética ruminal de la planta completa, hojas y tallos del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) así como los híbridos nueces y llano

DR. RAHIM FOROUGHBAKHCH P.
Director

DR. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO
Codirector

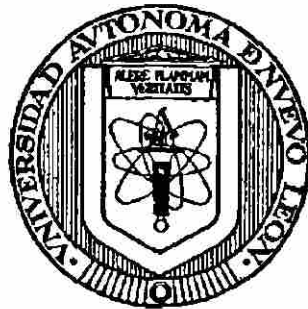
DRA. LETICIA A. HAUAD MARROQUIN
Asesor

DR. HUMBERTO GONZALEZ RODRIGUEZ
Asesor externo

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Dinámica estacional del valor nutritivo y cinética ruminal de la planta completa, hojas y tallos del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) así como los híbridos nueces y llano

T E S I S

QUE PRESENTA EL

BIOL. JORGE ARTURO ALBA AVILA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN RECURSOS ALIMENTICIOS Y PRODUCCION ACUICOLA

COMISION DE TESIS

Dr. Rahim Foroughbakhch P.

Presidente

Dr. Roque G. Ramírez Lozano

Secretario

Dra. Leticia A. Háuad Marroquín

Vocal

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al sistema Regional de Investigación

SIREYES convenio N° 06022/98

Al PAICyT convenio N° CN-152/99

— por otorgar el apoyo financiero para la realización
de este trabajo bajo la dirección de:

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab

La presente investigación se llevó a cabo en las siguientes instituciones

Estación experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (*campus* Marín, N.L.) y en el departamento de Nutrición y Metabolismo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con la asesoría a cargo del Dr. Roque G. Ramírez Lozano.

En el laboratorio de Botánica, departamento de Manejo Integral de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, bajo la asesoría del Dr. Rahim Foroughbakhch P. y Dra. Leticia A. Háud Marroquín.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
y
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En el laboratorio de Química y Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (*campus* Linares, N.L.), con la asesoría del Dr. Humberto González Rodríguez.

DEDICATORIA

A MIS PADRES... José Guadalupe y Ma. De Lourdes, por su gran amor y apoyo siempre incondicional, alentándonos a todos y cada uno de sus hijos en nuestras empresas, los amo y mi eterna gratitud.

A MI ESPOSA... Ma. Guadalupe, por ser la mujer que me ha animado desde el inicio de mi carrera a través de su gran amor y apoyo sin medida alguna, mi amor esta y estará por siempre a tu lado y mi sincero agradecimiento. *Te amo.*

A MIS HIJOS... Rocío, Jorge y César, por ser motivo de mi superación esperando ser un ejemplo de inspiración a ser gentes productivas en el transcurso de sus vidas. *Los amo y amaré eternamente.*

A MIS HERMANOS... Lourdes, José, Martha, Griselda, Gabriela y David, con todo mi cariño y agradecimiento por ayudarme en todo el tiempo que se los he solicitado.

A MI GRAN FAMILIA... No importando que seamos un buen número, hemos aprendido a convivir, nos queremos y nos apoyamos en toda circunstancia. Con todo respeto y gran cariño.

“A LA MEMORIA DE MI ABUELITA”

GENOVEVA MORENO DE ALBA

“A LA MEMORIA DE MI SOBRINO”

Ing. EDGAR ARTURO CASTORENA ALBA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS... Gracias por concederme el privilegio de la vida, el tener una familia unida, esposa e hijos, por darnos la salud y tener amor al prójimo, por concederme la luz del conocimiento expresado en mi esfuerzo profesional. *¡Gracias Dios mío!*

La realización del presente estudio no hubiera sido posible sin la participación efectiva de un buen número de personas que de manera desinteresada me apoyaron durante varias etapas de la investigación.

Al Dr. Roque G. Ramírez Lozano, por su participación atinada como director de tesis, por sus indicaciones y sugerencias oportunas desde el inicio del trabajo, en las actividades de campo, de laboratorio y durante el procesamiento y redacción de los resultados, por sus conocimientos, su paciencia y el tiempo que brinda a todo aquel estudiante que se acerca, por su amistad, mi profundo agradecimiento y respeto.

Al Dr. Rahim Foroughbakhch P., por su valiosa contribución como director de esta tesis, por ese apoyo incondicional y de manera especial las sugerencias en la revisión de este trabajo, por su tiempo, paciencia, por su amistad y respeto, mil gracias.

A la Dra. Leticia A. Háuad Marroquín, por sus sugerencias y apoyo durante la realización de esta tesis, así como en la revisión exhaustiva de la misma. Gracias.

Al Dr. Humberto González Rodríguez, por ese apoyo y valiosas aportaciones a esta tesis así como por la capacitación en la determinación de minerales en el transcurso del desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Juárez del Estado de Durango, a través del Departamento de Planeación y Desarrollo Académico y del Programa de Mejoramiento del Profesorado, en especial al **Dr. Luis de Villa Vázquez** (Director) y **M.C. Raúl Díaz Moreno** (Asesor), por el apoyo y facilidades otorgadas para la realización y culminación del posgrado.

A la Escuela Superior de Biología, U.J.E.D., a su Director **M.C. Hugo López Corrujedo** por su apoyo, gracias.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, por brindarme la oportunidad de ser un egresado más, producto de su profesorado altamente calificado en la Especialidad en Recursos Alimenticios y Producción Acuícola (R.A.P.A.), al cual le estoy muy agradecido.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo financiero otorgado por medio del programa de Becas de estudio para alumnos de posgrado.

Muy especialmente al gran **Equipo de Colaboradores** del presente trabajo, cuya actividad y dedicación rebasó las acciones planteadas: **A Rocío Morales, Alma D. González, Rosa E. Arévalo, Ruby González, Verónica González, Alejandro Martínez, Jaime Garza, Rubén Saucedo, Porfirio Pruneda y Samuel Ortega.** Agradezco su valiosa cooperación y amistad.

A la **Familia Castorena Alba**, mi gratitud por todas las atenciones y hospitalidad brindadas a mi familia y a mí durante nuestra estancia. Por el apoyo de mis hermanos **Martha y Arturo**, así como el ánimo transmitido de parte de mis sobrinos **Arturín (†)**, **Israel y Monsi** a continuar superándome, les agradezco infinitamente.

A la química **Elsa D. González Serna**, por su gran apoyo y atinada capacitación para la determinación de minerales durante mis estancias en el laboratorio de Fisiología Vegetal en la Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., *campus* Linares, N. L.

A todos mis compañeros de trabajo en la Escuela Superior de Biología, U.J.E.D. **Personal docente y administrativo**, que de alguna u otra manera me han otorgado su apoyo en diferentes circunstancias de mi preparación y en el ejercicio de mi profesión, mi agradecimiento.

A los colegas de la *Especialidad R.A.P.A.*: Norma E. Luna, Susana Vela, Sandra Cruz, Juan S. Antimo, Eduardo Avalos, José L. Sánchez y Manuel Hernández, por los momentos buenos, “tensos” y ese recibimiento de amigos que tuvieron conmigo, les agradezco.

Al grupo de *Ecofisiología* de la UANL: Doctores Roberto Mendoza Alfaro, Carlos Aguilera, Jesus Montemayor y Oscar Loaiza por todas las atenciones, comentarios y toda clase de apoyos recibidos durante mis estudios de posgrado. Gracias mil.

Finalmente... A todas aquellas personas que de alguna manera se involucraron en mi preparación profesional y en la culminación satisfactoria de este trabajo, que he omitido sin ser ese mi deseo, les estoy muy agradecido y quedo en deuda con todos ellos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|---|----------|
| Agradecimientos | i |
| Indice de contenido | iii |
| Indice de tablas | vi |
| Indice de figuras | xi |
| Indice de cuadros | xii |
| Abreviaturas | xiii |
| Resumen | xv |
| Summary | xvi |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| Hipótesis | 4 |
| Objetivo general | 4 |
| Objetivos específicos | 4 |
| II. ANTECEDENTES | 5 |
| 2.1 – Condiciones ecológicas y edáficas para el crecimiento del zacate buffel..... | 5 |
| 2.1.1. Temperatura y calidad del forraje..... | 6 |
| 2.2. Método <i>in situ</i> para estimar la digestibilidad ruminal..... | 7 |
| 2.2.1. Técnica de la bolsa <i>In Situ</i> | 7 |
| 2.3. Importancia de los zacates y su valor forrajero..... | 10 |
| 2.4. Evaluación sobre degradabilidad ruminal de los nutrientes contenidos en los zacates | 11 |
| 2.4.1. Proteína cruda, fibra detergente neutro y minerales..... | 11 |
| 2.4.2. Evaluación estacional del valor nutritivo de los zacates como forrajes en el noreste de México..... | 14 |
| 2.4.2.1. Estudios estacionales sobre degradabilidad de la proteína..... | 14 |
| 2.4.2.2. Evaluaciones sobre la degradabilidad de la pared celular..... | 16 |
| 2.4.2.3. Evaluaciones sobre el contenido de minerales..... | 18 |

| | |
|---|-----------|
| III. MATERIAL Y METODOS..... | 21 |
| 3.1. Descripción del área de estudio..... | 21 |
| 3.1.1. Localización y descripción del área de estudio..... | 21 |
| 3.1.2. Características edáficas | 21 |
| 3.2. Etapa de campo y descripción botánica de los zacates evaluados..... | 21 |
| 3.2.1. Características climatológicas..... | 21 |
| 3.2.2. Colección y preparación del material vegetal..... | 23 |
| 3.2.3. Descripción botánica del zacate buffel..... | 23 |
| 3.3. Trabajo de laboratorio | 24 |
| 3.3.1. Preparación de los zacates..... | 24 |
| 3.3.2. Aplicación de la técnica de la bolsa de nylon..... | 26 |
| 3.3.3. Análisis químicos de los zacates..... | 27 |
| 3.3.4. Digestión húmeda de las muestras para determinación de minerales..... | 27 |
| 3.3.5. Determinación de minerales..... | 28 |
| 3.3.6. Determinación de la digestibilidad <i>in situ</i> de los zacates..... | 28 |
| 3.3.7. Estimación de las fracciones de degradabilidad efectiva de MS, PC, y FDN... | 29 |
| 3.3.8. Análisis estadístico | 30 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 31 |
| 4.1. Valor nutritivo de la fracción planta completa de los zacates..... | 31 |
| 4.1.1. Macrominerales determinados en la planta completa de los zacates..... | 33 |
| 4.1.2. Microminerales determinados en la planta completa de los zacates..... | 37 |
| 4.1.3. Digestión ruminal y degradabilidad de materia seca de la planta completa de los zacates | 40 |
| 4.1.4. Características de la digestibilidad y degradabilidad de proteína cruda de la planta completa de los zacates..... | 42 |
| 4.1.5. Digestibilidad y degradabilidad de la fibra detergente neutro de la planta completa de los zacates | 45 |
| 4.2. Composición química de los tallos de los zacates..... | 49 |
| 4.2.1. Macrominerales determinados en los tallos de los zacates..... | 52 |
| 4.2.2. Microminerales determinados en los tallos de los zacates..... | 56 |
| 4.2.3. Digestión ruminal y degradabilidad de materia seca de los tallos de los | |

| | |
|--|-----|
| zacates | 58 |
| 4.2.4.Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de los tallos de los zacates | 60 |
| 4.2.5.Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro de los tallos de los zacates | 65 |
| 4.3. Componentes nutricionales de las hojas de los zacates..... | 68 |
| 4.3.1.Macrominerales determinados en las hojas de los zacates..... | 71 |
| 4.3.2.Microminerales determinados en las hojas de los zacates..... | 74 |
| 4.3.3.Digestibilidad y degradabilidad efectiva de materia seca de las hojas de los zacates | 77 |
| 4.3.4.Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de las hojas de los zacates..... | 81 |
| 4.3.5.Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro presente en las hojas de los zacates..... | 84 |
| V. CONCLUSIONES | 88 |
| VI. LITERATURA CITADA | 90 |
| VII. ANEXO | 100 |

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



INDICE DE TABLAS

| | Página |
|--|--------|
| 1. Valor nutritivo (%) de la Planta Completa de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.), los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, N. L., durante tres estaciones del año de 1999..... | 32 |
| 2. Concentración de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg) presentes en la Planta Completa de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y sus híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones en el año de 1999..... | 34 |
| 3. Análisis de correlación simple entre el valor nutritivo y la concentración de minerales presente en la Planta Completa de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados durante tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León..... | 36 |
| 4. Digestión ruminal y degradabilidad efectiva de la materia seca de la Planta Completa de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León, durante tres estaciones del año de 1999..... | 41 |
| 5. Coeficiente de correlación Pearson entre el valor nutritivo y las características de digestión de los nutrientes presentes en la materia seca de la Planta Completa de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999..... | 43 |
| 6. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de la Planta Completa del zacate buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León, durante tres estaciones del año de 1999..... | 44 |

| | |
|---|----|
| 7. Relación funcional entre el valor nutritivo, la digestibilidad y degradabilidad efectiva de la Proteína Cruda de la Planta Completa de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León, durante tres estaciones del año de 1999..... | 46 |
| 8. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la Fibra Detergente Neutro en la Planta Completa de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León, durante tres estaciones del año de 1999..... | 48 |
| 9. Análisis de correlación simple entre el valor nutritivo y las características de digestión de los nutrientes de la fibra detergente neutro en la Planta Completa de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados a través de tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León..... | 50 |
| 10. Valor nutritivo de los Tallos del zacate buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999..... | 51 |
| 11. Concentración de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg) presentes en el Tallo de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León en diferentes estaciones del año durante 1999..... | 53 |
| 12. Análisis de correlación lineal simple entre el valor nutritivo y la concentración de minerales presentes en el Tallo de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León..... | 55 |
| 13. Digestión ruminal y degradabilidad efectiva de Materia Seca de los Tallos de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados durante tres estaciones del año en el municipio de Marín, Nuevo | |

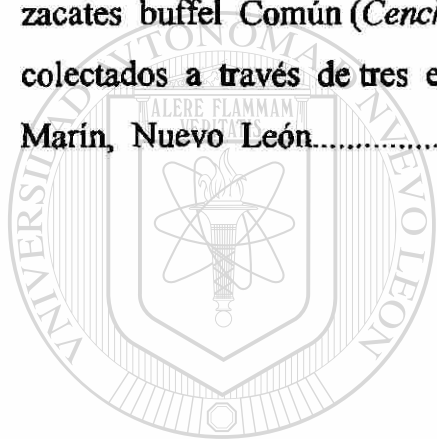
| | |
|--|----|
| León en 1999..... | 59 |
| 14. Coeficiente de correlación Pearson entre el valor nutritivo y los parámetros de digestibilidad y degradabilidad efectiva de la materia seca del Tallo de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999..... | 61 |
| 15. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de los Tallos del zacate buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año 1999..... | 63 |
| 16. Relación funcional entre el valor nutritivo, la digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda utilizando correlación simple; del Tallo de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León, durante tres estaciones del año de 1999..... | 64 |
| 17. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro presente en el Tallo de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999..... | 66 |
| 18. Análisis de correlación simple entre el valor nutritivo y las características de digestión de los nutrientes de la fibra detergente neutro en el Tallo de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados a través de tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León..... | 67 |
| 19. Valor nutritivo (%) de las Hojas del zacate buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) | |

| | |
|--|----|
| y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999..... | 69 |
| 20. Concentración de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg) presentes en las Hojas de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León a través de tres estaciones del año durante 1999..... | 72 |
| 21. Correlación lineal simple entre el valor nutritivo y la concentración de minerales presentes en las Hojas de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados durante tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León..... | 76 |
| 22. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la materia seca de las Hojas de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en diferentes estaciones del año en el municipio de Marín, Nuevo León durante 1999..... | 78 |
| 23. Coeficiente de correlación Pearson entre el valor nutritivo y los parámetros de digestibilidad y degradabilidad efectiva de la materia seca de las Hojas de los zacates buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999..... | 80 |
| 24. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de las Hojas del zacate buffel Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año 1999..... | 82 |
| 25. Relación funcional entre el valor nutritivo, la digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de las Hojas del zacate buffel Común (<i>Cenchrus</i> | |

ciliaris L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999..... 83

26. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro presente en las Hojas del zacate buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999..... 85

27. Análisis de correlación simple entre el valor nutritivo y las características de digestión de los nutrientes de la fibra detergente neutro de las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados a través de tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León..... 87



UANL

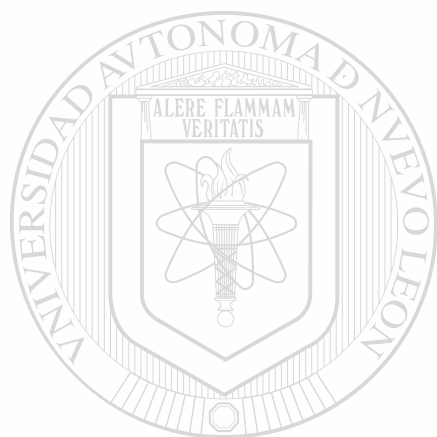
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| 1. Promedio mensual de temperatura (°C) y precipitación total (mm) registrados en el municipio de Marín, Nuevo León (Fuente depto. de Ingeniería Agrícola Facultad de Agronomía, U.A.N.L.)..... | 22 |
| 2. Zacate buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.) involucro, inflorescencia y planta (A. Bolaños – 026, tomado de Ackerman <i>et al.</i> , 1987)..... | 25 |



UANL

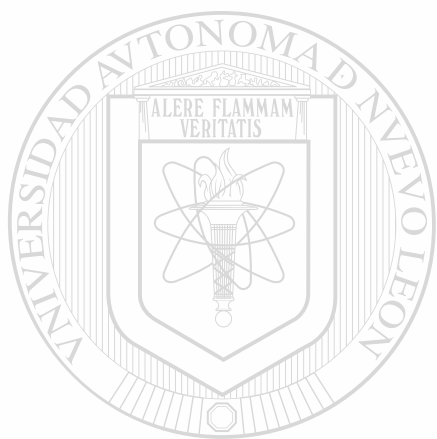
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE CUADROS

| | Página |
|--|--------|
| 1. Niveles de concentración de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg) necesarios para cubrir los requerimientos nutritivos para el ganado bovino y ovino (tomado de McDowell, 1997)..... | 101 |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ABREVIATURAS

a = Fracción del nutriente rápidamente degradable

a + b = Fracción del nutriente potencialmente degradable

b = Fracción del nutriente degradable en el rumen

c = Tasa de degradación del nutriente por hora

°C = Grado centígrado (Celcius)

Ca = Calcio

Cel = Celulosa

Cen = Ceniza

Cia = Ceniza insoluble ácida

cm = Centímetro

Cu = Cobre

DEFDN = Degradabilidad efectiva de fibra detergente neutro

DEMS = Degradabilidad efectiva de materia seca

DEPC = Degradabilidad de proteína cruda

et al = y colaboradores

Fe = Hierro

FDA = Fibra detergente ácida

FDN = Fibra detergente neutro

g = gramo (s)

h = hora (s)

ha = Hectárea (s)

HCl = Acido clorhídrico

HNO₃ = Acido nítrico

Hemi = Hemicelulosa

K = Potasio

kg = kilogramo (s)

λ = Longitud de onda

LDA = Lignina detergente ácida

Lig = Lignina

Lt = Tiempo de retardo en horas al inicio de la degradación del nutriente (Lag time)

Mg = Magnesio

mg = miligramo (s)

μm = Micrómetro (s)

ml = mililitro (s)

mm = milímetro (s)

Mn = Manganeso

MO = Materia orgánica

MS = Materia seca

msnm = metros sobre el nivel del mar

Na = Sodio

nm = nanómetro (s)

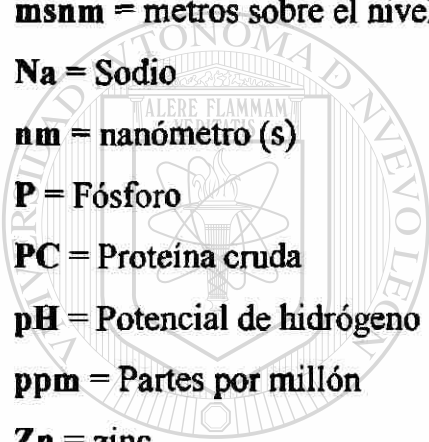
P = Fósforo

PC = Proteína cruda

pH = Potencial de hidrógeno

ppm = Partes por millón

Zn = zinc



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

Durante las estaciones de invierno, primavera y verano de 1999, se colectaron en Marín, Nuevo León, el zacate Buffel Común (*Cenchrus ciliaris*) y los híbridos Nueces y Llano para evaluar su valor nutritivo, la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN), así como el perfil mineral de la planta completa, tallos y hojas. Se muestrearon 10 sitios de una pradera y se les determinó la materia seca (MS), cenizas (Cen), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y la lignina detergente ácido (LDA). Se efectuó la prueba de digestibilidad ruminal *in situ*, aplicando la técnica de la bolsa de nylon en el rumen en cuatro borregos machos, castrados.

Los resultados sobre el valor nutritivo en las fracciones tallos y hojas respecto al contenido de proteína cruda oscilan para B. Común de 4.5% a 18.8%, B. nueces de 2.7% a 17.5% y para B. llano de 3.0% a 15.6% en las estaciones de invierno y verano respectivamente. El contenido de FDN en las hojas y tallos varió en el Común de 84.6% a 66.8 %, para Nueces de 91.4% a 56.1% y para Llano de 88.5% a 62.9% en las estaciones de invierno y verano respectivamente. La FDA en las hojas tuvo una fluctuación de 52.6% a 38.7% para Llano; de 39.9% a 34.7% para Común y de 57.5% a 31.7% para Nueces en las estaciones de invierno y verano. El contenido de lignina también varió entre las hojas y los tallos siendo para Común de 2.6 a 11.6%, para Nueces de 2.5 a 11.4% y para Llano de 1.7 a 10.7%, para las estaciones de verano y primavera.

Las concentraciones de macrominerales (Ca, Mg, Na) y microminerales (Fe, Mn, Zn) presentes en las fracciones vegetales satisfacen los requerimientos necesarios para bovinos y borregos en pastoreo. Mientras que se presentaron deficiencias en el contenido de K, P y Cu para satisfacer la dieta del ganado. La degradabilidad ruminal efectiva de la materia seca 5%/h en la fracción hojas de verano (Común y Nueces) obtuvo valores superiores al 54%; mientras que la planta completa en invierno, registró valores menores al 24.9%.

Los parámetros de degradabilidad de la PC en las hojas del Común y Nueces de verano, obtuvieron valores superiores a 62.8% y en la planta completa en verano, alcanzaron niveles de 59.5 a 68.7% respectivamente. Los tallos en verano presentaron los valores más bajos pero con porcentajes superiores a 56% de DEPC. En la DEFND 5%/h se obtuvieron valores de 44.1 a 48.1% para las hojas del Común y Nueces. Los valores menores se registraron para tallos en primavera para las tres variedades (15.6 a 28.8%).

SUMMARY

During the winter, spring and summer of 1999 the buffelgrass Común (*Cenchrus ciliaris*) and the hybrids Nueces and Llano were collected in Marín, N.L. to evaluate their nutrition value, the *in situ* degradability of the dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fibre (NDF), as well as the mineral profile of the whole plant, stems and leaves. Ten different sites of prairie were sampled and DM, ashes, CP, NDF, acid detergent fibre (ADF) and acid detergent lignin (ADL) were determined. The ruminal *in situ* digestibility was carried on by applying the technique of the nylon bag in the rumen of four male castrated lambs.

The results on the nutritive value in the fractions stems and leaves with respect to the content of CP ranging for B. Común from 4.5% to 18.8%, B. Nueces from 2.7% to 17.5% and for B. Llano from 3.0% to 15.6% in winter and summer respectively.

The content of NDF in the leaves and stems varied in the Común from 84.6% to 66.8%, in the Nueces from 91.4% to 56.1% and for Llano from 88.5% to 62.9% during the seasons of winter and summer respectibility. The ADF in the leaves had a fluctuation from 52.6% to 38.7% for Llano, from 39.9% to 34.7% for Común and from 57.5% to 31.7% for Nueces during the seasons winter and summer. Also the content of lignin varied between the leaves and the stems being of 2.6 to 11.6% for Común, from 2.5 to 11.4% for Nueces and 1.7 to 10.7% for Llano during the summer and spring.

The concentration of macrominerals (Ca, Mg, Na), and microminerals (Fe, Mn, Zn) found in the plant fractions satisfy the necessary requirements for pasturing bovine and lambs. While the lack of the cattle diet K, P and Cu to satisfy was found.

The effective ruminal degradability of DM in the summer leaves fraction (Común and Nueces) got values higher than 54.0% while the whole plant in winter registered values lower than 24.9%. The degradability parameters of the CP in the leaves of the Común and Nueces during summer got values higher than 62.8% and in the whole plant in summer they got levels from 59.5 to 68.7% respectively. The stems during the summer showed the lowest values of effective degradability of crude protein (EDCP). However, their percentage was higher than 56%.

Values from 44.1 to 48.1% were gotten in the effective degradability of neutral detergent fibre (EDNDF) for the leaves of Común and Nueces. Lower values were shown for stems in the spring for the three varieties from 15.6 to 28.8%.

I. INTRODUCCION

La importancia de los pastos es cada día más notoria, a principios del siglo XVIII la superficie de pastos en los bosques y las praderas no aumentaban directamente al incrementarse el número de cabezas de ganado. La agricultura basada en la producción de pastos, ha llegado a ser la ciencia de la agricultura forrajera, ya que comprende varios campos de acción como en las ciencias del suelo, en la agronomía y en zootecnia. Su integración en un programa agrícola satisface numerosos objetivos. Entre estos cubren el terreno para protegerlo de los factores climáticos incluidos en la rotación de cosechas, enriquecen el suelo y aumentan los rendimientos de las cosechas que le siguen, en forma de pastizales y praderas además de proporcionar alimento de alta calidad a bajo costo, en forma de forraje, heno o ensilaje (Hernández *et al.*, 1956).

Los agostaderos, son considerados como uno de los recursos naturales renovables de México de mayor importancia para la ganadería nacional. En la mayoría de los matorrales de México, las gramíneas constituyen cerca del 50% del forraje disponible para el ganado doméstico y en los pastizales representan las $\frac{3}{4}$ partes o más (45 millones de ha) de la vegetación. De acuerdo con estudios elaborados a finales de los ochenta, existen en la República 22 millones de hectáreas de pastizales; 70 millones de ha de matorrales; 8 millones de ha de praderas cultivadas con pastos introducidos y 28 millones de ha de pastizales inducidos (Ackerman *et al.*, 1987). Lo anterior es importante de considerar ya que éstas plantas cada día son más necesarias para el sostenimiento de la vida humana y la alimentación del ganado así como de la fauna silvestre que se apacienta en esas grandes zonas que constituyen el 65% de nuestro territorio.

A través del tiempo, el uso de muchos pastizales no ha tenido control para su pastoreo, lo que reflejará en un tiempo no muy lejano una disminución en la capacidad de carga de ganado, tomando en cuenta que bajo temporal con precipitación de 300 a 400 mm anuales se puede mantener en 3 a 5 ha de pradera de zacate buffel a un animal adulto. La producción en cada corte de forraje verde es de 8 a 10 toneladas / ha bajo riego y se puede lograr obtener de 5 a 7 cortes por año (Ackerman *et al.*, 1987 y Huss, 1970).

Así mismo originará la formación de áreas cubiertas por una vegetación no palatable para el ganado. El problema se agudiza si observamos que una gran parte de la República Mexicana está dedicada al pastoreo con características climáticas de aridez o semiaridez ocasionando en consecuencia el establecimiento de praderas artificiales, constituidas por pastos que tienen como principal objetivo aumentar la productividad de las empresas pecuarias. Una de las especies de pasto introducido en la región del noreste de México es el zacate "buffel" (*Cenchrus ciliaris* L.), el cual ha tenido una gran aceptación por parte de los ganaderos, debido a la alta resistencia que presenta a sequías prolongadas, así como también a su gran producción de forraje y su buena calidad nutritiva y palatabilidad por parte del ganado bovino, caprino y ovino. Para producir zacate buffel es necesario conocer los factores que influyen en gran parte en el establecimiento de dichos pastos como el proceso de germinación, la densidad de siembra, la clase de suelo, la preparación de la semilla, el manejo que se le dará al pasto después de la siembra, entre otras acciones principales (Robles, 1990).

Existen datos en referencia al origen geográfico del pasto buffel reportándose nativo de Africa, India o Indonesia. En México, este zacate fue introducido del Continente Africano con una adaptación a los climas áridos y semiáridos de los estados del norte de México y sur de Texas E.U.A. El buffel es conocido botánicamente como *Cenchrus ciliaris* L., principalmente aunque anteriormente y en otros países se le conoce también como *Pennisetum ciliare* (L.) Link y *P. cenchroides* Rich y su nombre común en inglés es "Buffel Grass", Rhodesian foxtail, y African foxtail (Bashaw, 1980 y Robles, 1990).

Los rumiantes para satisfacer sus necesidades nutritivas (en pastoreo) consumen las arbustivas del matorral que son las especies más seleccionadas por las cabras y constituyen aproximadamente el 78% de la dieta animal durante el periodo de crecimiento, seguido por las hierbas que ocupan el segundo lugar del consumo (12 a 18% de la dieta) y finalmente los zacates que constituyen en promedio de 6 a 10% de la dieta (Tellez y Foroughbakhch, 1990); sin embargo, estos últimos, son los que proveen una mayor cantidad de forraje para su alimentación (Ramírez, 1996). Hay una gran variedad de zacates nativos y cultivados disponibles para tal objetivo; sin embargo, el análisis nutricional y la degradabilidad ruminal de los nutrientes de algunos de ellos son desconocidos.

Los animales tienen preferencia por los tallos y hojas jóvenes en lugar del material viejo o muerto. La proteína tiene una gran influencia sobre la calidad nutricional, digestibilidad y el consumo del forraje por los animales (Ramírez, 1997).

Existe evidencia de que el tipo de forraje, sin importar su contenido de fibra, influye en la naturaleza de la flora bacteriana y en su actividad. En el caso de los rumiantes, la adición de proteína o de compuestos nitrogenados que puedan ser utilizados por las bacterias, aumenta el desdoblamiento de los carbohidratos complejos y hace más digestibles otros nutrientes. Los rumiantes que ingieren raciones a base de forraje, ponen en evidencia que los últimos residuos no se eliminan hasta haber transcurrido de 150 a 800 horas, pero el 95% por lo general es eliminado en el transcurso de 140 horas. Los animales con fistulas han sido instrumento de estudio muy útiles para el análisis de la composición de especies vegetales (Gordon, 1979).

La digestibilidad es un factor estrechamente relacionado con el valor nutritivo, que nos expresa la proporción en que se encuentran los nutrientes y su utilización con respecto al total del alimento ingerido por el animal (Maynard *et al.*, 1983). Estudios previos sobre la digestibilidad han demostrado que la adición de carbohidratos digeribles como almidón, caña de azúcar o melazas en la ración del ganado, disminuye la digestibilidad de la fibra (Van Soest, 1982). La determinación de la digestibilidad *in situ* de la materia seca, se obtiene por medio de la diferencia de peso entre el residuo de la hora cero y el residuo de cada período de incubación (Ash, 1990.)

Hipótesis

En referencia a las condiciones edáficas y climáticas prevalecientes en el noreste de México, para el presente trabajo se plantea la siguiente hipótesis:

Existe una gran variabilidad tanto en la composición química así como en la digestibilidad *in situ* de las variedades de zacate buffel durante las diferentes estaciones del año, lo que influye marcadamente en la disponibilidad de forraje y su valor nutritivo en las épocas críticas del año en zonas áridas.

Objetivo general

Evaluar el potencial nutricional presente en el forraje de 3 variedades de pastos por medio de estudios de cinética ruminal, durante la estación seca y húmeda en la región noreste de México.

Objetivos específicos

- a) Estimar y comparar el valor nutritivo y cinética ruminal de los diferentes componentes de la planta, las hojas, tallos de los zacates buffel así como la planta completa y sus híbridos “nueces” y “llano” durante las estaciones seca y húmeda.
- b) Evaluar estacionalmente, el efecto del valor nutritivo sobre la degradabilidad efectiva de la materia seca, proteína cruda y pared celular de la planta completa, las hojas y los tallos de los tres zacates buffel.
- c) Realizar una correlación entre la composición química y el contenido mineral así como entre las diversas partes de los pastos mencionados durante las estaciones seca y húmeda.

II. ANTECEDENTES

2.1 CONDICIONES ECOLOGICAS Y EDAFICAS PARA EL CRECIMIENTO DEL ZACATE BUFFEL

Aunque no existe ningún factor que impacte de manera significativa la calidad del forraje tanto como la madurez de la planta, se ha observado que el medio ambiente de la planta modifica el impacto de la madurez e incluye aquellos factores bióticos y abióticos que influyen en el crecimiento y desarrollo de los forrajes. Los efectos acumulativos se integran a través de los procesos fisiológicos y esto se ve reflejado en la tasa de crecimiento, tasa de desarrollo, producción así como en la calidad del forraje. Año con año, las estaciones y las variaciones del medio ambiente alteran la calidad del forraje, aún cuando estos son cosechados en estados morfológicos similares. Esto hace difícil la predicción en cuanto a la calidad del forraje reflejándose en un comportamiento no consistente en cuanto a ganancia en peso y desarrollo de los animales que consumen dicho forraje; (Hodgson, 1981).

Las plantas experimentan fluctuaciones por el medio ambiente ocasionándoles estrés que modifica su morfología y su tasa de desarrollo, por lo que estos factores limitan su producción y alteran la calidad del forraje para algunas especies nativas. El estrés ocasionado por condiciones climáticas adversas afecta notoriamente el crecimiento y desarrollo de la planta (Martin, *et al.*, 1995).

Una característica muy importante del zacate buffel es la resistencia que ofrece a las sequías prolongadas en relación con otros pastos, ya que requiere un mínimo de 255 mm de precipitación anual por lo que es recomendable para zonas áridas, semiáridas así como tropicales y subtropicales con precipitaciones que fluctúan entre 600 y 750 mm. En cuanto a la altitud se recomienda su siembra hasta 1000 msnm. Este zacate no tolera las inundaciones ni los suelos con drenaje interno pobre. Es intolerante a suelos mal drenados y a lluvias intensas; el agua fría reduce su crecimiento (Robles, 1990).

Cabe mencionar que también se produce en condiciones de suelos pobres y es poco tolerante a suelos salobres. Aun cuando el pasto buffel demuestra mejor crecimiento en suelos profundos, de textura ligera, crece bien en suelos arcillosos. Las variedades más rizomatosas, como son las variedades altas, que alcanzan 120 cm, presentan mayor adaptación a suelos 'pesados'. La siembra bajo riego se puede efectuar desde la última quincena de marzo durante la primavera, verano y otoño, hasta fines de octubre. Bajo temporal, se siembra antes de las lluvias de verano para aprovechar al máximo la humedad del suelo. De Alba *et al.*; citado por Robles (1990), recomienda para su siembra un período comprendido del 18 de febrero al 15 de marzo para el estado de Nuevo León.

2.1.1. Temperatura y calidad del forraje

La temperatura usualmente es el factor más determinante y tiene una gran influencia en la calidad del forraje más que otros factores ambientales. La temperatura de la planta es el resultado de interacciones complejas entre las plantas y su medio ambiente y es influenciada por el flujo de la densidad de la radiación, calor de conducción, calor de convección, calor latente y también las características anatómicas y morfológicas. De cualquier forma la temperatura de los tejidos de las plantas pueden variar ampliamente en cualquier tiempo, debido a las variaciones en la cobertura, aspectos particulares de las partes de las plantas y el resultado de diferencias en la carga de radiación en la temperatura de los diferentes tejidos (Buxton y Fales, 1994).

La temperatura afecta el crecimiento del zacate buffel de una manera positiva entre los 0 y 35 °C. Las temperaturas inferiores a 18° C retrasan y evitan la germinación de la semilla. No es resistente al frío y en la época de invierno crece poco en relación con algunos pastos tropicales como el Guinea (*Panicum maximum*), el Insurgente (*Braquiaria brizantha*); el zacate señal (*Braquiaria decumbens*) y el zacate Humidicola (*Braquiaria humidicola*) y se ha observado que su crecimiento se acelera cuando la temperatura oscila entre los 15° y 30° C (Robles, 1990).

En un sentido amplio, la temperatura afecta la calidad del forraje en determinadas especies que crecen en diferentes regiones. Así mismo, la temperatura es el factor

determinante en la adaptación geográfica de las especies de plantas. Esto se manifiesta particularmente en las temperaturas extremas ya que pueden causar muerte de la planta o una severa debilidad. Bajo condiciones de campo, el estrés debido a la alta temperatura frecuentemente ocurre junto con el estrés hídrico lo que dificulta separar los dos efectos (Dirven y Deinum, 1977).

Cuando se cosecha en un estado de crecimiento en particular, altas producciones son usualmente obtenidas cuando los forrajes están creciendo a temperaturas cercanas a los límites inferiores de su rango óptimo (Fick *et al.*, 1988). Las altas temperaturas decrecen el diámetro de los tallos aumentando la tasa de maduración y lignificación (Fick *et al.*, 1988 y Marten *et al.*, 1988). Cuando la temperatura llega por arriba del óptimo para crecimiento, los forrajes tienden a ser más cortos durante la floración y espigan más temprano, en comparación con las temperaturas más frescas. Altas temperaturas durante el crecimiento también promueven el desarrollo de tallos más que el desarrollo de las hojas, y consecuentemente las relaciones hoja – tallo bajan en el forraje (Deinum, 1984).

2.2. METODO *IN SITU* PARA ESTIMAR LA DIGESTIBILIDAD RUMINAL

2.2.1 Técnica de la bolsa *In Situ*

Con la técnica *in situ* llamada también técnica *in sacco* o de la bolsa de nylon, o de la bolsa artificial; es posible estimar la degradabilidad de la proteína del alimento, dado los diferentes niveles de proteína en la dieta y midiendo los incrementos de proteína que entran al duodeno. Esta técnica es lo más parecido a una digestión en el rumen de un animal, para lo cual se requiere que esté fistulado permanentemente y equipado con una cánula, e introducir en el rumen una muestra de alimento a prueba dentro de la bolsita (Rodríguez *et al.*, 1988).

Tamaño, porosidad y tipo de bolsas

Para la fabricación de las bolsas utilizadas para esta técnica, se han empleado varios materiales, entre los más comunes está la seda fina (Quin *et al.*, 1938), pero más tarde se implementaron las de fibras sintéticas presentando la ventaja de que resisten la degradación microbiana, como el dacrón (Mehrez y Orskov, 1977) y el nylon (Nocek y Hall, 1984). El

uso de bolsas de nylon fue sugerido por Mehrez y Ørskov (1977) como un método rutinario para determinar la velocidad de degradación de las proteínas de los forrajes. El tamaño óptimo de la bolsa debe ser lo suficientemente grande con relación al tamaño de la muestra a analizar y por otra parte se requiere que la bolsa sea lo suficientemente pequeña para ser retirada con facilidad de la cánula ruminal (Ørskov *et al.*, 1980). Para los bovinos generalmente se utilizan bolsas de 15 x 9 cm con tamaño de poro de 35 μm (Singh *et al.*, 1989) y de 5 x 10 cm para borregos y cabras (Ramírez *et al.*, 1994). Todas estas características se han implementado a fin de facilitar su manipulación, de tal manera que se pueden incubar hasta 9 bolsas en borregos con cánulas de 40 mm de diámetro interno (Ørskov *et al.*, 1980).

La porosidad adecuada es una característica importante ya que debe permitir la entrada de líquido y microbios ruminales para que efectúe la degradación y evitar la salida de partículas del alimento no degradado, considerando esto último como una fracción de pérdidas solubles y mecánicas (Nocek, 1988). Lindenberg y Varvikko (1982) reportaron que la desaparición de la materia seca fue más alta en bolsa con poros de 36 μm , seguidas de las bolsas con poros de 20 y 10 μm . Uden y Van Soest (1984) demostraron que la digestión de la FDN del zacate Timoty se incrementa conforme se aumenta el tamaño del poro con 20, 37 y 52 micras. Se ha considerado que para prevenir pérdidas de sólidos, el tamaño ideal del poro debe ser de 10 micras (Van Miellen y Ellis 1977); sin embargo, Nocek y Hall (1984), han reportado que existe acumulación de gas en las bolsas con ese tamaño de poro lo que ocasionaría que la bolsa flotara en la ingesta ruminal, lo que no es deseable. Los límites de la porosidad de la bolsa son difíciles de encontrar, estos dependen más bien del tamaño de la partícula y naturaleza del alimento a probar, recomendando una porosidad de 40 a 60 μm (Petit y Tremblay, 1992).

Tamaño de la partícula

Es difícil establecer el tamaño óptimo de la partícula de alimento para el uso de estudios *in situ*, por lo tanto la preparación de la muestra para la incubación es crítica y debe hacerse de tal forma que represente hasta donde sea posible, como se presenta normalmente al rumen. Lo deseable sería usar alimentos justo después de masticarse,

mediante una cánula esofágica (Bailey, 1973); pero en la práctica se puede usar un molino de martillo ajustado con una criba de 2.5 a 3.0 mm. (Ørskov *et al.*, 1980). El molido en los forrajes, aumenta el área de superficie por unidad de peso de la muestra y el área de superficie accesible para el ataque microbiano, lo cual resulta generalmente en un incremento de la tasa de digestión (Nocek, 1988). Lawrey (1969) no encontró diferencias en las pérdidas de materia seca con forrajes molidos con una criba de 4, 3 o 2 mm.

Establecimiento de la muestra

El tamaño óptimo de la muestra es aquel que nos permite, al final del período máximo de incubación, obtener material suficiente para los análisis químicos, sin sobrellenar la bolsa, tanto como para retardar el ataque microbiano, incrementando el tiempo de retardo y subestimando la tasa de degradación (Nocek, 1988). En general, podemos decir que el valor necesario es de 2 g de paja molida seca, 3-5 g de buen heno o hierba deshidratada, 5 g de concentrado (suplemento proteico) y de 10 a 13 g de hierba fresca debiéndose tomar en cuenta, el tamaño de la bolsa a utilizar y el tiempo máximo de incubación (Ørskov *et al.*, 1980).

Tiempos de incubación

El tiempo necesario para la degradación completa variará según el tipo de alimento sometidos a incubación así como los tiempos intermedios (Ørskov *et al.*, 1980). Estudios previos han establecido que los alimentos concentrados requieren de 12 a 36 h, los forrajes de alta calidad, de 24 a 60 h y para forrajes de baja calidad de 48 a 72 h.

Posición de las bolsas en el rumen

No se ha encontrado ninguna reducción en la variabilidad entre las bolsas sobre la degradación de la materia seca, al atar contrapesos que sirvan de lastre para anclar las bolsas en el saco ventral del rumen, sin embargo, Rodríguez, (1968 b) encontró que la variación entre las bolsas se redujo cuando fueron atadas a un hilo de 50 cm en lugar de 30 cm permitiendo un mayor movimiento de estas en el interior del rumen.

Dieta de los animales

La dieta es el factor que más determina el tipo y cantidad de microbios, de la tasa y grado de digestión de los nutrientes de la dieta y de la muestra colocada en la bolsa de nylon suspendida en el rumen (Nocek, 1988). Con las dietas a base de concentrados, se fermentan más rápidamente los azúcares y almidones, disminuyéndose el pH ruminal, ocasionando un cambio a más poblaciones bacterianas de tipo aminolíticas a expensas de las bacterias celulolíticas y protozoarios (Nocek y Polan, 1984). La dieta que se incuba, puede tener un efecto importante sobre la tasa de degradación del animal, por lo tanto es importante que la ración suministrada a los animales en los que se incuben las bolsas, sea similar a las dietas que van a aplicárseles (Ørskov *et al.*, 1980).

Métodos usados para la degradación de la proteína cruda

Entre los métodos que se han usado más usualmente y que combinan la degradación *in situ* del nitrógeno y la velocidad de dilución ruminal están los de Ørskov y McDonald (1979) y McDonald (1981); los tres son similares en el enfoque y uso de las tasas constantes para la degradación y el rango de pasaje del nitrógeno.

2.3. IMPORTANCIA DE LOS ZACATES Y SU VALOR FORRAJERO

La producción de pastos y forrajes, además de proporcionar el alimento más económico para el ganado vacuno, ovejas y caballar ayuda a la conservación de los suelos favoreciendo la renovación de la materia orgánica, evitando la erosión y mejorando la estructura del suelo. Bajo temporal con precipitación de 300 a 400 mm anuales se puede mantener en tres a cinco hectáreas de zacate buffel a un animal adulto. La producción en cada corte de forraje verde es de 8 a 10 toneladas por hectárea bajo riego y considerando que se pueda lograr obtener de 5 a 7 cortes por año; Robles, (1990).

Al estudiar el valor nutricional y el consumo voluntario de las cabras pastoreando en un matorral mediano subperennifolio del municipio de Marín, Nuevo León; Ramírez (1996), encontró que la dieta de estas estuvo constituida por arbustos en un 81% y en menor proporción por hierbas y pastos con 12.3% y 6.7% respectivamente; pero también observó que el consumo entre los tres tipos de vegetación no fue uniforme a través del año.

Varner *et al.*, (1977), en un estudio que realizaron sobre la dieta de venado, utilizando para ello 26 especies forrajeras nativas entre ellas a 13 arbustos, 8 hierbas, 4 zacates y 1 cactus del sur de Texas durante 4 estaciones del año, encontraron valores promedio de PC 18.4%, 15.4%, 16.6% y 17.7%; en DIVMS 61.7%, 56.2%, 53.3% y 61.4%. El valor promedio de PC de arbustos y hierbas fue de 14% o algo mayor durante todas las estaciones del año y los zacates tuvieron una variación de 12.5% en verano a 14.4% en invierno.

Se ha encontrado que el contenido de proteína cruda en especies ramoneables es relativamente constante a través del año y generalmente es más alto que el de los zacates durante los períodos de sequía (Neira, 1994). Se tienen reportes de que el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) crece mezclado con arbustos en los pastizales nativos, los cuales pueden proporcionar una mejor nutrición a los rumiantes que pastorean en pastizales donde sólo hay pasto buffel (Ramírez *et al.*, 1995 a).

2.4. EVALUACION SOBRE DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LOS NUTRIENTES CONTENIDOS EN LOS ZACATES

2.4.1. Proteína cruda, fibra detergente neutro y minerales

El valor nutritivo de un alimento se relaciona directamente con su contenido de proteína el cual tiene un papel determinante en la nutrición de los rumiantes. Algunos estudios realizados por Ramírez (1994), determinaron que una planta forrajera que contenga 7% de proteína cruda (PC) puede ser considerada adecuada para la alimentación de rumiantes ya que a través de su consumo y degradación favorece el incremento de la flora microbiana del rumen y por lo tanto es apta para su consumo.

Los constituyentes de la pared celular (CPC) son usualmente más abundantes en zacates que en otros forrajes tomando en cuenta su estado fenológico. La lignina detergente ácido (LDA) se encuentra frecuentemente en gran proporción en la fibra detergente ácido (FDA) de las hojas de arbustos más que en otros forrajes. Hierbas y ramillas maderables usualmente tienen valores intermedios de CPC y LDA/FDA. Cuando los constituyentes de

la pared celular se incrementan decrece la digestibilidad a medida que muchos forrajes maduran. Plantas con altos niveles de CPC, especialmente cuando se combina con un alto contenido de lignina, son forrajes de baja calidad para pequeños rumiantes. Un alto contenido de fibras (FDN, FDA y LDA) en la dieta de las cabras ejerce una influencia negativa en la digestibilidad in vitro de la materia orgánica, (Ramírez, 1998).

Los Carbohidratos en la calidad del forraje. La fibra es una entidad nutricional, la cual se define por sus propiedades biológicas y su composición química. La fibra, particularmente la de los forrajes, ha sido referida tradicionalmente, como un complejo de nutrientes dietéticos, los cuales son relativamente resistentes a la digestión, por lo tanto, son lenta y parcialmente degradados por los rumiantes. Así, la celulosa, hemicelulosa y la lignina son los principales componentes de la fibra. Los carbohidratos de las plantas contienen muchos azúcares y enlaces no comunes para los sistemas animales (Akin y Chesson, 1990).

La composición y digestibilidad de la pared celular varía inmensamente entre las hojas y tallos, y dependen de la función de los tipos celulares. Los tipos celulares difieren grandemente en sus características químicas y digestivas (Akin, 1989). Los carbohidratos forman la mayor parte de la provisión de alimentos para los animales, y es la clase más abundante de componentes hallados en las plantas (Van Soest, 1982).

Contribución de los minerales para el bienestar de los rumiantes.

Una buena parte de minerales es indispensable para el funcionamiento del organismo y su carencia puede provocar serios problemas de salud. Algunos de los principales cationes que los integran son: calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, cobre, manganeso, cobalto, zinc y molibdeno; por su parte, los aniones más importantes son fluoruro, fosfato, yoduro y cloruro. Muchos de ellos actúan como cofactores de enzimas, para controlar la presión osmótica de fluidos celulares y del pH, o como parte constitutiva de algunas macromoléculas. Los minerales abundan en todos los alimentos, el contenido de sales depende principalmente del tipo de suelo y de agua utilizada en el cultivo de los vegetales, tanto para consumo humano como para los forrajeros (Badui, 1997).

De tal manera que las plantas contendrán aquellos elementos químicos que se les proporcione, como parte de su nutrición, a través del suelo o por irrigación. En cada caso la concentración y tipo de mineral será distinto, manifestándose en el alimento que se cosecha y en el individuo o el animal que lo consume.

Los forrajes proporcionan una importante fuente de minerales para los rumiantes, en algunas condiciones, pueden proporcionar cantidades adecuadas de todos los minerales esenciales requeridos por ellos. En otras situaciones, los forrajes son deficientes en uno o más minerales y por ello se requiere suplementar para un óptimo mejoramiento animal (Spears, 1994). Los elementos minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e influyen en la eficiencia de la producción del ganado y casi el 5% del peso corresponde a los minerales. Los desbalances de minerales, deficiencias o excesos, en los suelos y forrajes han sido considerados responsables de la baja producción y los problemas en el crecimiento, reproducción o salud de los rumiantes en pastoreo puede ser sustancial (McDowell *et al.*, 1993).

Un “elemento mineral esencial”, según McDowell *et al.*, (1984), es aquel que se ha demostrado que tiene un papel metabólico en el organismo; así, la clasificación de los macro y microelementos depende de la concentración en el animal. Normalmente los microelementos están en una concentración no mayor de 50 mg/kg. McDowell *et al.*, (1993), mencionan que los principales macrominerales son: Calcio (Ca), Cloro (Cl), Magnesio (Mg), Fósforo (P), Potasio (K), Sodio (Na) y Azufre (S). Los microminerales son: Cobalto (Co), Cobre (Cu), Flúor (F), Yodo (I), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Selenio (Se) y Zinc (Zn).

La biodisponibilidad de un mineral es la proporción que se absorbe del elemento ingerido, transportado al sitio de acción y convertido a una forma fisiológicamente activa para ello, la liberación del mineral por parte del forraje en una forma soluble es necesaria para que sea absorbido por el animal. Los minerales pueden absorberse en forma iónica, como un complejo soluble o quelatado, dependiendo del mineral en particular, no obstante

los minerales no pueden ser absorbidos cuando se encuentran como sustancias insolubles (Spears, 1994).

Existe cierta asociación de minerales con la fibra y otros componentes insolubles de las plantas y pueden disminuir la tasa y grado de liberación de los minerales en el tracto intestinal. En los forrajes, la concentración de algún mineral varía dependiendo del tipo de suelo, de la planta y los factores de manejo; algunos minerales pueden afectar la calidad del forraje debido a que cierta cantidad de minerales es requerida por los microorganismos del rumen para su desarrollo y metabolismo normal; concentraciones bajas de esos minerales pueden disminuir la capacidad de aquellos para digerir la fibra y sintetizar la proteína (Durand y Kawashima, 1980).

2.4.2. Evaluación estacional del valor nutritivo de los zacates como forrajes en el noreste de México

En el manejo de pastizales, al pasto buffel se le considera como una especie deseable, aun cuando, su valor nutritivo no sea muy alto. Cruz Piñeiro, citado por Robles (1990), reporta para la zona de Nuevo León el siguiente análisis proximal del zacate buffel T-4464; Proteína 8.6%, grasa 1.8%, ceniza 6.4%, fibra 26.1%, extracto libre de nitrógeno 57.1%.

Ramírez (1998), estimó y comparó el efecto sobre el consumo y digestibilidad en borregos alimentados con paja de zacate buffel sin tratar y con diferentes fuentes amoniacales. Sugiriendo que una buena práctica en la alimentación de rumiantes durante las épocas de sequía sería proporcionarles paja de zacate buffel tratada, ya sea con urea al 4% o amoníaco anhidro al 4% (base seca), debido a que digieren mayores cantidades de materia orgánica, proteína cruda y pared celular y el balance de nitrógeno es mayor.

2.4.2.1. Estudios estacionales sobre degradabilidad de la proteína

Los resultados de DEPC con relación a los reportados en hierbas (García-Herrera, 1994) y arbustivas nativas (Neira-Garza, 1994) de la misma región, son más bajos. Esto parece deberse a que los zacates tienen mayor proporción de pared celular, y especialmente,

es debido a los elevados niveles de lignocelulosa que interfieren en la degradabilidad ruminal de la PC. Aún cuando, algunas arbustivas nativas tienen porcentajes más elevados de DEPC, se han reportado (Solano, 1994) que contiene niveles elevados de taninos condensados, en tal grado, que pueden provocar problemas digestivos, principalmente con la utilización de proteína de la dieta. Estudios realizados por Hoffman *et al.*, (1993), al evaluar cinco zacates, reportaron un promedio de 61.5% de degradabilidad efectiva de proteína cruda.

En estudios sobre degradabilidad ruminal, analizando los mismos zacates a los evaluados en este trabajo, pero colectados en otoño en Marín, Nuevo León, Enríquez-Martell (1994), evaluó y comparó el valor nutritivo y la degradabilidad *in situ* de la materia seca y la proteína cruda de 12 zacates en la estación de otoño (1993). El bermuda cruzo II (*Cynodon dactylon*) obtuvo los valores superiores de degradabilidad en la mayoría de las horas de incubación. La materia seca fue más elevada para bermuda cruzo II (*Cynodon dactylon*), zacate rizado (*Panicum hallii*) y cadillo (*Cenchrus incertus*). Los valores más bajos fueron el aristida (*Aristida sp.*), pajita tempranera (*Setaria macrostachya*) y navajita (*Bouteloua trifida*). La DEMS fue más elevada en bermuda cruzo II (*Cynodon dactylon*) con 51.6% y el más bajo fue el aristida (*Aristida sp.*) con 21.5% mientras que los valores más altos de DEPC fueron para bermuda cruzo I (*Cynodon dactylon*) con 72% y los más bajos para el tridente. Los niveles de PC y cenizas influyeron positivamente la DEMS de los zacates; mientras que los de FDA y FDN la afectaron negativamente. Con respecto a la DEPC fue influenciada positivamente por el nivel de PC y de cenizas de los zacates y la FDA afectó negativamente la DEPC.

Durante la primavera Castellanos-Morales (1995), reportó la mayor DEPC en el rizado (74.9%). El promedio de PC y DEPC de los zacates fue de 9.1 y 58.4%, respectivamente. El autor reporta que la mayor DEPC fue para bermuda cruzo II con 67.8%, el promedio de PC en los zacates fue de 9.8% y en la DEPC, 56.0%, por lo que literalmente se demuestra, que en la estación de invierno hay mayor contenido de PC en los zacates y que se presenta una mayor proporción de PC que en otoño y primavera. Por otra parte, zacates nativos como el mezquite, navajita y el buffel (considerado nativo) si son

suplementados con hierbas y arbustos de elevada DEPC podrían generar buenas respuestas productivas en los animales ya que, aunque el contenido de PC no es muy sobresaliente, estos zacates presentan un 50% de degradabilidad efectiva, lo cual es muy deseable, principalmente en una dieta basada únicamente en forrajes.

Durante la estación de otoño de 1998, se llevó a cabo un estudio en el municipio de Marín, Nuevo León, en el cual Reyna-Garza (1999), evaluó y comparó el valor nutritivo y la degradabilidad in situ de la materia seca y proteína cruda del zacate Buffel Común (*Cenchrus ciliaris*), y sus híbridos Llano y Nueces. Para la DEPC el valor más alto lo obtuvieron las hojas del Buffel Llano (74.7%) y Buffel Común, a TRR al 5% y 8% (65.5% y 63.5%, respectivamente).

El porcentaje de DEMS en el rumen a TRR DE 2, 5, Y8% fue más elevado para las hojas de Nueces y del Llano (63.6%, 47.08% y 41.0%, respectivamente). Los valores más bajos en DEMS fueron para los tallos del Llano (34.8% 27.3% y 24.0%). El porcentaje de MS degradable en el rumen fue más elevado para las hojas del Buffel Común y el más bajo valor fue para los tallos del Llano. En lo que se refiere a la proteína degradable en el rumen, el más alto porcentaje lo obtuvo el B. Común en su fracción hojas y el más bajo fue para los tallos de Nueces. En general los niveles de PC y cenizas influenciaron positivamente la DEPC de los zacates. Por otra parte los niveles de FDA y FDN en los zacates afectaron negativamente la DEPC. Con respecto a la DEMS fue influenciada positivamente por el nivel de cenizas y PC de los zacates, sin embargo, la FDN y la FDA afectaron negativamente la DEMS.

2.4.2.2. Evaluaciones sobre la degradabilidad de la pared celular

No existen reportes científicos, en el ámbito internacional, que hayan sido llevados a cabo para estimar la degradabilidad efectiva de los nutrientes contenidos en los zacates, que se producen en el noreste de México. Sin embargo, localmente, algunos autores como Lozano-González (1994) quien realizó estudios de degradabilidad ruminal de la pared celular (FDN) llevados a cabo con zacates, reportó que la degradabilidad efectiva de la FDN (DEFDN) varió de 26% a 49% para el aristida (*Aristida sp.*) y bermuda II (*Cynodon dactylon*), respectivamente. Valores intermedios de DEFDN fueron para navajita

(*Bouteloua trifida*) 44% y cadillo (*Cenchrus incertus*) con 43%. Montalvo-Leal (1995), evaluó la DEFDN de los mismos pastos en la misma región pero colectados en primavera de 1994, resultando el cadillo (*Cenchrus incertus*) con 47%, el cruza II (*Cynodon dactylon*) con 40% y el rizado (*Panicum hallii*) con 40% que fueron los más elevados, para el aristida (*Aristida sp.*) y pajita tempranera (*Setaria macrostachya*) fueron los más bajos con 22% y 26% respectivamente.

García-Castillo (1995) evaluó 9 zacates colectados en el estado de Nuevo León en el invierno. El reportó que el contenido de proteína cruda (PC) afectó positivamente la degradabilidad efectiva de la proteína cruda (DEPC). En contraste, la lignocelulosa (FDA) y la pared celular total (FDN) influyeron negativamente en la DEPC. La hemicelulosa y cenizas insolubles también afectaron negativamente a la DEPC; sin embargo, la lignina no tuvo efecto ($P < 0.05$) sobre la DEPC. Por lo tanto, esto puede indicarnos que un zacate, al aumentar su contenido de PC aumentaría la DEPC, por otra parte, un aumento en el nivel de pared celular o alguno de sus componentes, haría disminuir la DEPC.

En otro estudio Pérez-García (1997), colectó cuatro zacates en el municipio de Linares, N. L. Los valores de PC obtenidos fueron significativamente más altos para la planta completa, las hojas y los tallos del buffel Común y la planta completa, hojas y tallos del zacate Klein tuvieron los valores más bajos. Para los contenidos de FDN todas las fracciones del Común obtuvieron los valores más bajos ($P < 0.05$) y las fracciones del Klein tuvieron los mayores ($P < 0.05$). Los tallos del zacate Klein presentaron los valores más altos de lignina, en contraste con las hojas del Común que obtuvieron los más bajos. La DEMS a una tasa de recambio ruminal de 2, 5 y 8%/h tuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las partes de la planta; esta fue mayor para las hojas de pretoria con 56.2%, 41.8% y 33.9% respectivamente. El valor menor en DEMS fue para los tallos de Klein (35.4%, 25.3% y 21%) respectivamente). La DEPC se presentó mayor para la variedad Común mientras que la mayor correspondió al Klein.

En el estudio realizado por Zermeño-Benítez (1999) evaluó la degradabilidad in situ de la pared celular del zacate buffel Común (*Cenchrus ciliaris*) y sus híbridos nueces y

Llano en la estación de otoño de 1998. Los valores de FDA ($P < 0.001$) fueron más elevados para el zacate buffel Llano tallos (54.0%), los más bajos fueron para el buffel Común hojas (40.6%). En el contenido de FDN el zacate buffel Llano tallos (84.4%) fue el más alto y el buffel Común hojas tuvo el más bajo (70.9%). Las hojas del buffel Común obtuvieron el valor más alto (9.9%) para proteína cruda (PC) y el más bajo fue para buffel Nueces en los tallos (3.4%). La degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro (DEFDN) fue más significativa ($P < 0.001$) para las hojas del buffel Nueces (60.1%) y Llano (41.9% y 34.1%). Los valores más bajos fueron para los tallos de Llano (32.4%, 25.6% y 21.9% respectivamente).

2.4.2.3. Evaluaciones sobre el contenido de minerales

De acuerdo a resultados obtenidos por Rodríguez-Lozano (1995), sobre el contenido mineral en doce zacates colectados durante las estaciones del año en Marín, N. L., la concentración de fósforo fue significativamente variable. El zacate bermuda cruza II obtuvo la mayor (2.26 g/kg) en invierno mientras que la menor fue para el tipo mesquite (0.25 g/kg) durante la primavera. Para Ca, navajita durante el invierno tuvo el más alto valor (14.4 g/kg) y el común con la menor (4.3 g/kg) para el verano. La concentración de Mg para los diferentes zacates fue variable ($P < 0.001$), el zacate cadillo resultó con la máxima concentración de 2.7 g/kg y el pretoria con la mínima de 0.5 g/kg siendo esta en otoño. El Na registró para otoño su valor más alto en el pasto pajita tempranera (6.9 g/kg) y su más bajo en el rizado y navajita (0.4 g/kg). La concentración de K para el bermuda II de otoño mostró la mayor concentración (32.1 g/kg).

En referencia a las máximas concentraciones de microminerales (mg/kg) se observó que para los zacates el Fe, fue para el mesquite con 3,191.4 mg /kg en invierno; el Cu para (zacate cadillo) tuvo un valor de 21.7 mg/kg; para Zn se registró el Bermuda I con 94.7 mg/kg pero en primavera y para Mn bermuda II registró en otoño 71.4 mg/kg. Concluyendo que el P fue el mineral con mayor deficiencia durante el año.

La determinación mineral de forrajes tropicales realizada por Kawas-Garza (1996), concluyó que el Ca fue el nutriente más abundante en el zacate Guinea (*Panicum maximum*)

en todo el litoral del Golfo de México y además de las Braquiarias resultaron consistentemente bajas en P en las cuatro regiones estudiadas. El zacate Insurgente (*Braquiaria brizantha*) obtuvo una concentración de 0.15% de P para las mismas regiones; el zacate señal (*Braquiaria decumbens*) y el zacate Humidicola (*Braquiaria humidicola*) con 0.13% ambos. Determinó coeficientes de correlación entre las concentraciones de los nueve minerales que se muestrearon en el período de lluvias (1993-1995) e indicaron la más alta entre K-Mg y Zn-Cu. Otras correlaciones resultaron analizando K-Cu y Fe-K.

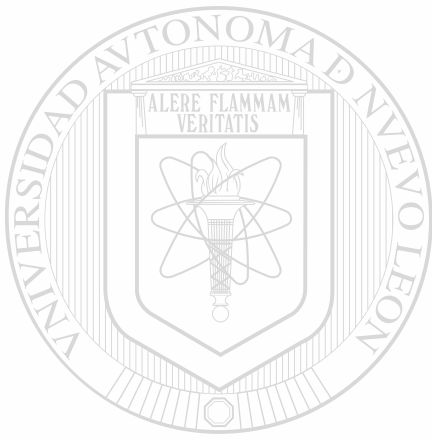
Durante la estaciones de otoño e invierno en Linares, N. L., **Serna-Tamez (1998)**, comparó el perfil mineral en las fracciones vegetales de cuatro gramíneas forrajeras obteniendo variabilidad significativa entre los zacates y las estaciones para los contenidos de macro (g/kg) y microminerales (mg/kg). Determinó además, que los elementos que cubren satisfactoriamente los requerimientos para rumiantes en pastoreo fueron el Ca, Na y Mg en ambas estaciones y los microelementos que obtuvieron cantidades suficientes para los rumiantes en pastoreo en dichas estaciones fueron el Fe, Mn y Zn. Por su elevado contenido en minerales, el zacate buffel común y el bermuda son los mejores en su proporción, sin embargo, es necesario suplementar con P, K, y Cu en ambas estaciones.

Estudios con los mismos zacates pero en diferentes estaciones del año (primavera y verano) fueron los realizados por **Parra-Meléndez, (1998)**, en donde obtuvo resultados variables ($P < 0.05$) en las concentraciones de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg). Ca y Na, para ambas estaciones completaron los requerimientos de rumiantes en pastoreo, así como el micronutriente Mn. El P reflejó deficiencias sólo para ovinos en la estación de verano. La concentración de Mg en el pretoria fue deficiente para las especies antes citadas. El Cu fue el mineral traza más deficiente para los rumiantes. Por su elevado contenido mineral el Buffel y el Bermuda resultaron ser los mejores forrajes; pero es necesario suplementar con P y Cu al ganado ovino en pastoreo en el verano y con K para bovinos de carne durante las dos estaciones.

Por otra parte **Salinas-Lucero (1999)**, determinó el perfil mineral de las partes vegetativas de los zacates buffel Común, Nueces y Llano colectados durante el otoño

obteniendo variabilidad significativa entre los zacates y sus partes a evaluar tanto en los macrominerales como en los microelementos. Se indica que los minerales como el P y el Na durante el otoño, no satisfacen lo que requieren mínimamente los rumiantes en pastoreo, sin embargo, macroelementos como Ca, Mg y K cubrieron los necesarios para ovinos, bovinos de carne y leche, así también para hembras en lactancia. El resto de elementos como el Fe, Cu, Mn y Zn obtuvieron cantidades suficientes para ganado en pastoreo. El Na fue el mineral traza más deficiente para el rumiante.

Por su elevado contenido mineral el buffel Común fue el que obtuvo los niveles más altos de macrominerales. No obstante lo anterior, se recomienda suplementar P y Na a los rumiantes en pastoreo durante el otoño con las concentraciones mínimas requeridas.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

III. MATERIAL Y METODOS

3.1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

3.1.1. Localización y descripción del área de estudio

El área de colección de los zacates se localiza en praderas cultivadas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) establecidas en la estación experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León situada en el municipio de Marín, al centro del estado de Nuevo León, México, cuya altitud es de 375 msnm con una situación geográfica ubicada entre las coordenadas 25° 56' latitud norte y 100° 03' longitud oeste (INEGI, 1996).

El clima de la región se clasifica como semiárido (BWwh) con una temperatura media anual de 21 °C y una precipitación anual promedio de 573 mm (García, 1987).

3.1.2. Características edáficas

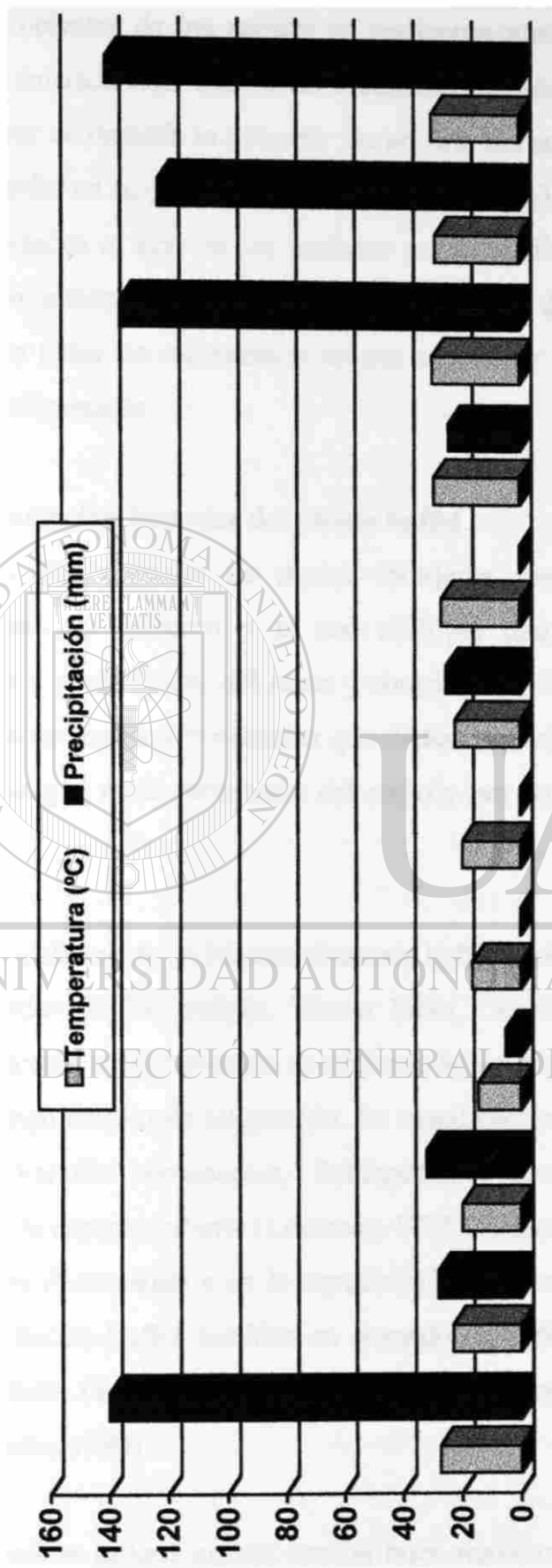
Los suelos tienen características distintivas de las regiones semiáridas, los cuales se consideran ligeramente alcalinos con un valor de pH entre 7.5 y 8.5, con un contenido de materia orgánica que es diferente (1-2 %). El suelo es de tipo calcáreo, de textura arcillosa, de color oscuro y considerados 'pesados' debido a que presentan grietas en tiempos de sequía y algunos problemas debido a su salinidad. El tipo de vegetación que predomina en este clima son las cactáceas y el matorral micrófilo espinoso, entre los principales. (García, 1987).

3.2. ETAPA DE CAMPO Y DESCRIPCION BOTANICA DE LOS ZACATES EVALUADOS

3.2.1. Características climatológicas

Los datos climáticos fueron registrados por la estación climatológica "Marín", del departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., de los cuales se tomaron los registros de temperatura (°C) media mensual y precipitación (mm) mensual total del municipio de Marín, Nuevo León. Estos valores corresponden al período comprendido de septiembre de 1998 a agosto de 1999 (Figura 1).

Figura 1. Promedio mensual de temperatura (°C) y precipitación total (mm) registrados en el municipio de Marín, N. L.
 (Fuente depto. de Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía U.A.N.L.).



| Meses | Sep-98 | Oct-98 | Nov-98 | Dic-98 | Ene-99 | Feb-99 | Mar-99 | Abr-99 | May-99 | Jun-99 | Jul-99 | Ago-99 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Temperatura (°C) | 27.3 | 23 | 19.7 | 14.4 | 16.2 | 19.6 | 22.09 | 26.6 | 29 | 29.5 | 28.5 | 29.7 |
| Precipitación (mm) | 140 | 28 | 32 | 5 | 0 | 0 | 25 | 7.7 | 24 | 136 | 123 | 141 |

3.2.2. Colección y preparación del material vegetal

Las colectas de los zacates se realizaron aproximadamente en los primeros días después de iniciada cada una de las estaciones del año, excepto la de invierno que fue un mes posterior de iniciada la estación. En un solo día se cortaron las muestras vegetales con tijeras de podar en su porción forrajera (hojas y tallos) y casi a ras del suelo (5 cm) en diez sitios localizados al azar en las praderas correspondientes a cada variedad de zacate. Se muestrearon aproximadamente un total de 5 kg de peso fresco por cada variedad, agrupándose todas las submuestras en una sola y por variedad, colocándolas en bolsas de papel bien etiquetadas.

3.2.3. Descripción botánica del zacate buffel

Las tres especies de pastos forrajeras fueron seleccionadas en base a sus características de pastoreo y al uso múltiple que presentan en los ecosistemas de agostaderos y zonas áridas del norte y noreste de México. Para ello se tomó en cuenta la importancia ecológica y económica que dichas especies representan, así como también el papel que juegan en la protección del suelo y por su gran valor forrajero en la industria ganadera.

Particularmente en México el zacate buffel está ampliamente distribuido en el norte en los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila Chihuahua y especialmente en Sonora. Además su distribución se extiende hasta Yucatán y Quintana Roo debido a que tiene un rango amplio de adaptación. La clasificación taxonómica del zacate buffel es la siguiente: Familia: Gramineae; Subfamilia: Panicoideae; Tribu: Paniceae; Género: *Cenchrus* y la especie: *ciliaris* (Linnaeus, 1753). Algunos consideran que debe ser colocado en el género *Pennisetum* y en la especie *ciliaris* o *cenchroides*. Con respecto al nombre común, el zacate buffel también es llamado cola de zorro, pasto salinas, anajan, blue buffalo, african foxtail, rhodesian foxtail, bunch grass y cadillo bobo (Ackerman, *et al.* 1987 y Robles, 1990).

Cenchrus ciliaris cuenta con un buen número de variedades o líneas adaptadas a diferentes condiciones ambientales (Bashow, 1980). Ayerza (1981), menciona que se les

puede clasificar de acuerdo con el desarrollo de sus rizomas y por su porte en altas, medias y bajas. En las variedades altas se agrupan las utilizadas en el presente trabajo las cuales poseen rizomas y pueden llegar a alcanzar una altura de 1.5 m bajo condiciones climáticas favorables, se mencionan entre estas a Bioloela, Llano, Nueces, Molopo, Boorara, Lawes, Nubank, Chipinga, HA-333.

El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es una planta perene con inflorescencia en panoja, tallos erectos, amacollada y de raíces profundas, cuyo crecimiento es predominante durante la estación caliente del año. Se presenta formando alfombras o montecillos de una altura variable entre los 15 y 120 cm, algunas veces rizomatoso (Figura 2). De hábitos variables incluyendo tipos extendidos para pastizales y tipos erectos para heno. Produce forraje abundante de mediana a buena calidad. Láminas escabrosas, en ocasiones ligeramente pilosas, de 2.8 a 24 cm de largo por 2.2 a 8.5 mm de ancho, ahusándose en punta. La inflorescencia es una panícula densa y cilíndrica de 2 a 12 cm de largo por 1 a 2.6 cm de ancho, en forma de espiga con espiguillas en grupos de dos o tres, rodeadas y envueltas por un abrojo espinoso compuesto por numerosas cerdas soldadas, el pedúnculo es corto y grueso, densamente piloso de 0.5 a 1.5 mm de largo por 1 a 2 mm de ancho; articulado en su base, desprendiéndose junto con las espiguillas. (Manual of grasses of U.S., 1970; Ackerman, et al., 1987; Robles, 1990).

Esta especie comienza a nacer o retoñar al principio de la primavera, florece en el verano y fructifica en otoño. Es un pasto para el período cálido del año, comprendido entre mediados de la primavera y el otoño por terminar (Robles, 1990).

3.3. TRABAJO DE LABORATORIO

3.3.1. Preparación de los zacates

Todo los pastos colectados se separaron manualmente, en planta completa, hojas y tallos sin incluir las inflorescencias. La planta completa y las demás partes de la misma se almacenaron en bolsas de papel, perforándolas para permitir la circulación del aire, pesándose previamente. Se dejaron secar a 55 °C en una estufa con circulación de aire por un lapso de 72 horas, hasta obtener un peso constante, con el cual se determinó la materia

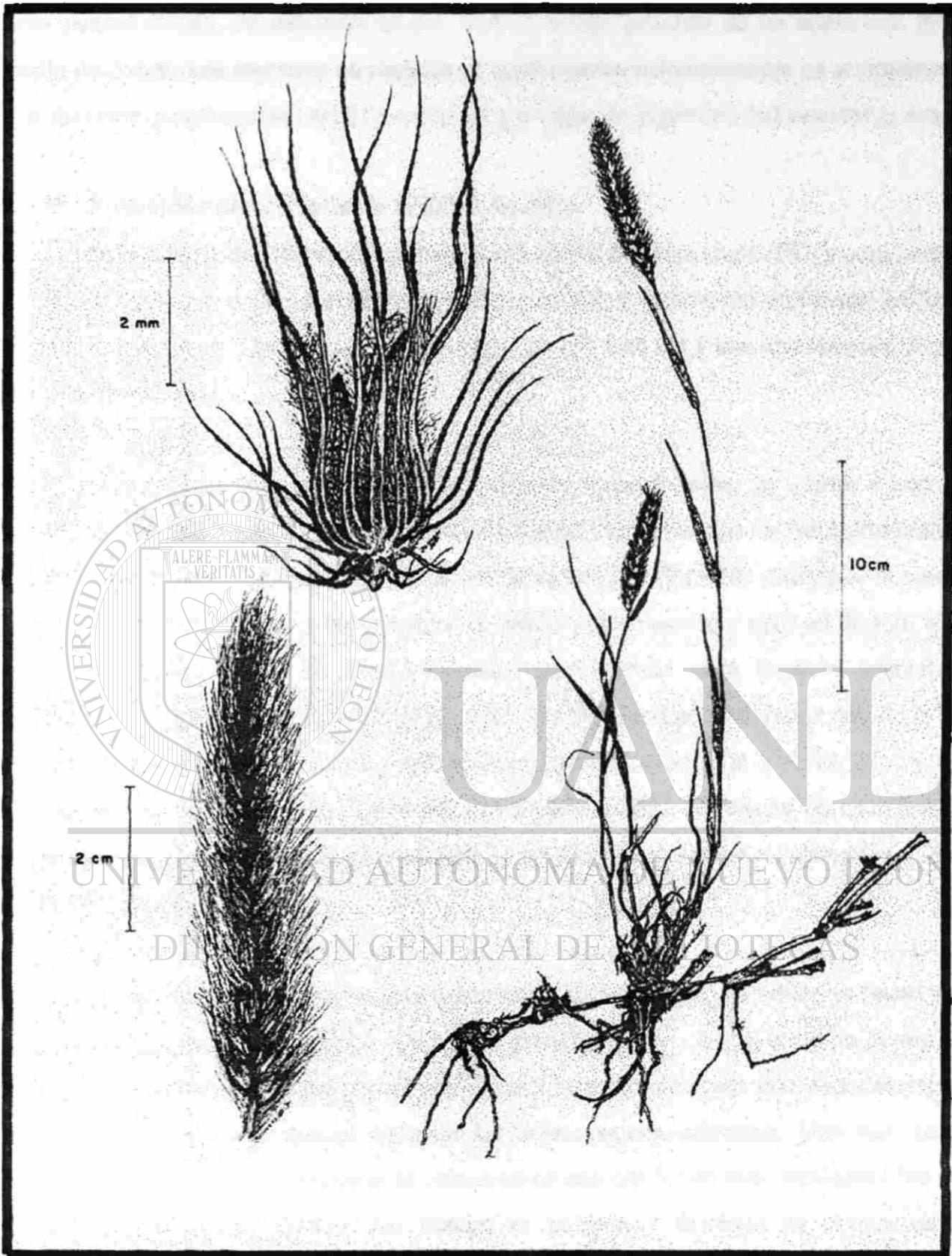


Figura 2. Zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) involucre, inflorescencia y planta.
(A. Bolaños – 026, tomado de Ackerman *et al.*, 1987)

seca parcial (MSP). Se molieron en un molino Wiley, provisto de un tamiz con luz de malla de 2 mm. Las muestras ya molidas se almacenaron temporalmente en recipientes de plástico para programar sus análisis químicos y pruebas de digestibilidad ruminal *in situ*.

3.3.2. Aplicación de la técnica de la bolsa de nylon

La digestibilidad *in situ* de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y pared celular (FDN) de cada uno de los zacates y para cada estación; se determinó utilizando la técnica de la bolsa de nylon. Las bolsas tienen un tamaño de 5 x 10 cm y con una abertura de poro de 53 micrómetros.

Para evaluar cada muestra (planta completa, hojas y tallos) se usaron 4 borregos machos castrados, cruce de Pelibuey X Rambouillet, castrados con un peso promedio de 45.8 kg, fistulados y equipados con una cánula ruminal de 4 cm de diámetro, durante la prueba su alimentación fue a base de heno de alfalfa a libre acceso y agua ad libitum. Cada grupo de estudio constó de cuatro animales para evaluar cada fracción vegetal. Se colocaron en las bolsas 4 g de muestra de zacate molido. La digestibilidad *in situ* de la MS, PC y FDN se estimó en diferentes periodos de incubación, a las horas 4, 8, 12, 24, 36 y 48; las bolsas se incubaron en la región inferior y parte ventral del rumen de cada borrego experimental, excepto la hora 0; la cual sólo se colocó por un minuto en agua tibia a 39 °C (Ash, 1990).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Transcurridos los periodos de incubación en cada borrego, las bolsas se sacaron del rumen y se lavaron manualmente con agua y posteriormente en una lavadora automática cinco veces aproximadamente por un periodo de cinco minutos cada uno para desalojar el material digerido hasta que el agua de las bolsas saliera cristalina. Una vez que se escurrieron manualmente las bolsas se colocaron en una estufa con aire circulante libre a 55 °C durante 48 horas. Pasado este tiempo se pesaron y de éstas se obtuvieron las submuestras para analizar sus contenidos de MS, PC y FDN.

3.3.3. Análisis químicos de los zacates

Los análisis químicos se realizaron en el departamento de Nutrición y metabolismo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; en el laboratorio de botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas y en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. A las muestras de cada zacate se les determinó el contenido de materia seca (MS), colocándolas en una estufa de aire circulante a 105 °C por un período de tiempo de 12 a 24 horas. El contenido de cenizas (C), se estimó por ignición en una mufla a 550 °C por 5 horas.

La determinación de la proteína cruda (PC) de las muestras de forraje, sin incubar y de cada período de incubación transcurrido; se hizo por el método de Micro Kjeldahl de acuerdo a los procedimientos descritos por la AOAC (1996). Además se utilizó el método no secuenciado de Goering y Van Soest (1970) para determinar el contenido de fibra detergente neutro (FDN); fibra detergente ácido (FDA) y la presencia de lignina detergente ácido (LDA).

3.3.4. Digestión húmeda de las muestras para determinación de minerales

Las muestras de los zacates fueron digeridas aplicando la técnica de digestión húmeda (Díaz-Romeau y Hunter, 1978). De cada muestra se pesaron 2 g y se colocaron en crisoles para su incineración en la mufla a una temperatura de 550 °C por un lapso de 5 horas.

Las cenizas así obtenidas se pasaron a vasos de precipitado de 50 ml; se les adicionaron 5 ml de HCl concentrado, 20 ml de agua bidestilada y 10 gotas de HNO₃ concentrado, después se colocaron en una parrilla de calentamiento a 100 °C hasta reducir la muestra a un volumen de 10 ml; se retiraron los vasos de la parrilla y se les añadieron 10 ml de agua bidestilada y se colocaron nuevamente en la parrilla por un tiempo de 2-3 minutos. Posteriormente, se retiraron para dejar enfriar a temperatura ambiente. Cuando las muestras se enfriaron, se filtraron en un embudo de espiga larga y acondicionado con un filtro Whatman No.40, recolectando el filtrado en matraces de aforación (50 ml) y llevadas

a su volumen con agua bidestilada para ser pasadas a su recipiente de vidrio respectivo con tapa de plástico para su determinación de minerales.

3.3.5. Determinación de minerales

La determinación del fósforo (P) se realizó con el método de colorimetría (AOAC; 1990) utilizando un espectrofotómetro U.V. Serie 2 Cecil, para leer la absorvancia. La concentración de P (ppm) se estimó usando una ecuación de regresión simple, obtenida del análisis de una curva de estándares con una concentración de P conocida. La solución de desarrollo se preparó pesando 1.32 g de ácido ascórbico, el cual fue diluido en 10 ml de agua bidestilada, de esta solución se tomaron sólo 5 ml más 12.5 ml de solución de azul de metileno, ambas se colocaron en un matraz de 500 ml., aforando con agua bidestilada. La absorvancia se estimó a una longitud de onda (λ) de 880 nanómetros (nm).

Las concentraciones de macronutrientes (Ca, K, Mg y Na) y micronutrientes (Cu, Fe, Mn y Zn); se obtuvieron por el método de espectrofotometría de absorción atómica marca Varian. La flama es una mezcla de aire-acetileno y se utilizó agua bidestilada como blanco. El Na y K se leyeron por emisión de flama. Para la lectura del Ca y Mg se adicionó una solución de Oxido de lantano al 5%. El Ca fue leído a λ 239.9nm; K, a λ 404.4nm; Mg a λ 202.6nm; Na a λ 330.2nm; Cu, a λ 324.7nm; el Fe, a λ 372nm; el Mn, leído a λ 279.5nm y el Zn, a λ 213.9nm.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.3.6. Determinación de la digestibilidad *in situ* de los zacates

Para estimar la digestibilidad *in situ* de la MS, PC y FDN en cada período de incubación, se calculó por la diferencia entre el peso inicial de la muestra y el peso del residuo de incubación respectivo (Ash, 1990). La ecuación que se utilizó para estimar la digestibilidad *in situ* fue la siguiente:

$$\text{Digestibilidad } in \text{ situ } (\%) = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

3.3.7. Estimación de las fracciones de degradabilidad efectiva de la MS, PC, y FDN

Los parámetros no lineales de degradabilidad ruminal fueron estimados (Ørskov y McDonald, 1979) por medio de la siguiente ecuación de regresión no lineal:

$$p = a + b (e^{-ct})$$

Donde las variables son:

P = velocidad de desaparición de los nutrientes en un tiempo

a = representa el intercepto de la porción de la MS, PC y FDN solubilizada al inicio de la incubación (hora 0)

b = es la fracción de la MS, PC y FDN potencialmente degradable en el rumen

c = velocidad o tasa de degradabilidad de la fracción **b**

t = tiempo de incubación

Las fracciones **a**, **b**, **a + b** (fracción del nutriente potencialmente degradable), **c**, **lt** (tiempo de retardo en el inicio de la degradación del nutriente en horas), y degradabilidad efectiva de la MS, PC y FDN (DEMS, DEPC y DEFDN), serán estimadas por medio del programa NEWAY (McDonald, 1981). La DEMS, DEPC y DEFDN se determinarán mediante la siguiente ecuación:

$$DE = (a+b) c / (c+k) (e^{-(c+T)})$$

Donde:

k = es la tasa de pasaje ruminal de sólidos (% / h)

T = tiempo de retardo en horas (lag time)

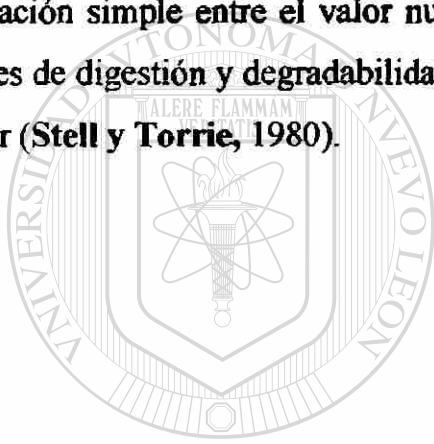
a, **b**, y **c** = son los mismos parámetros antes mencionados.

Las DEMS, DEPC y DEFDN serán estimadas para cada zacate asumiendo tasas de pasaje ruminal de sólidos de 2, 5 y 8% / h, los cuales representaran los niveles de consumo; bajo, medio y elevado, respectivamente (ARC, 1984).

3.3.8. Análisis estadístico

Los datos de valor nutritivo, los parámetros no lineales de digestibilidad y las variables de degradabilidad efectiva se analizaron estadísticamente por separado: la planta completa, hojas y tallos usando para cada parte un diseño multifactorial de 3 x 3 siendo el primer factor las estaciones del año (invierno, primavera y verano), el segundo las tres variedades de zacates buffel (común, los híbridos nueces y llano). Los valores promedio de cada factor se analizaron mediante pruebas de comparaciones múltiples de Tukey (Zar, 1996).

Para cada fracción (planta completa, hojas y tallos) se llevó a cabo un análisis de correlación simple entre el valor nutritivo y los minerales, además de los parámetros no lineales de digestión y degradabilidad efectiva de la materia seca, proteína cruda y la pared celular (Stell y Torrie, 1980).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Valor nutritivo de la fracción planta completa de los zacates

Los valores de materia orgánica (MO), cenizas (Cen), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulosa (Cel), hemicelulosa (Hemi), lignina (Lig) ($P < 0.05$) y cenizas insolubles (Cia) de la planta completa fueron altamente significativos ($P < 0.001$) entre estaciones y variedades de zacates. En relación a los resultados obtenidos del valor nutritivo, las variedades que presentaron los promedios más altos fueron: para la MO, el buffel Común en primavera; para Cen, el Nueces en verano; en cuanto a PC, el Común en verano; el contenido de FDN, el Llano en invierno, para FDA y Cel, le correspondió a Llano en la estación de verano; respecto a la Hemi y Lig se presentó en el Común de invierno y para las Cia durante invierno se presentó el mayor valor para Nueces ($P < 0.001$) (Tabla 1).

Los valores promedio más bajos fueron para MO y FDN en buffel Nueces en verano; en el contenido de Cen, lo obtuvo el Común en primavera; para la PC y en Hemi, el Nueces en primavera; mientras que para FDA, lignina y Cia, fue en verano para el buffel Común y para Cel, le correspondió al Común en invierno. En términos generales, se obtuvieron 90.6% de MO, 9.4% de Cen, 7.2% de PC, 78.6% de FDN, 46.2% de FDA, 35% de Cel, 32.4% de Hemi, 7.5% de Lig y las Cia obtuvieron 3.9% en todas las estaciones del año (ver Tabla 1).

Aparentemente los valores más elevados en PC para la planta completa fueron encontrados en la estación de verano, los cuales cumplen con los requerimientos teóricos de 12% de PC / kg para caprinos en gestación y de 14% de PC para caprinos lactantes (Fierro, *et al.*, 1989). Los niveles más bajos de PC se presentaron durante los meses de menor precipitación (ver la Figura 1). Nuestros resultados están en concordancia con los estudios llevados a cabo en esta región por Garibaldi-González, (1995) y Cornejo-Treviño, (1998), quienes reportaron valores elevados en el buffel Común con 9.3% y 13.1% respectivamente. Sin embargo, Reyna-Garza (1999), reportó valores altos en la estación de otoño; para el Común 7.2%, Nueces 4.5% y Llano 5.5%.

Tabla 1. Valor nutritivo (%) de la Planta Completa de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | Sig. | |
|--------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|------------|--------------------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | $\bar{x} \pm E.E.$ |
| MO | 93.5 | 91.0 | 93.2 | 94.3 | 92.2 | 92.5 | 83.6 | 82.8 | 92.0 | 90.6 ± 0.3 | *** |
| Cen | 6.5 | 9.0 | 6.8 | 5.7 | 7.8 | 7.5 | 16.4 | 17.2 | 8.0 | 9.4 ± 0.3 | *** |
| PC | 5.7 | 3.1 | 4.4 | 6.1 | 2.4 | 3.5 | 17.1 | 16.5 | 6.3 | 7.2 ± 0.1 | *** |
| FDN | 82.6 | 86.9 | 87.8 | 75.3 | 76.6 | 80.6 | 70.9 | 65.5 | 81.6 | 78.6 ± 0.5 | *** |
| FDA | 41.4 | 53.9 | 49.7 | 43.4 | 53.3 | 51.2 | 32.9 | 35.9 | 54.2 | 46.2 ± 0.5 | *** |
| Cel | 26.6 | 36.8 | 38.4 | 34.6 | 40.6 | 38.7 | 28.6 | 29.0 | 41.3 | 35.0 ± 1.4 | *** |
| Hemi | 41.4 | 33.0 | 38.1 | 31.9 | 23.3 | 29.4 | 38.0 | 29.6 | 27.4 | 32.4 ± 0.6 | *** |
| Lig | 11.4 | 11.2 | 7.8 | 5.9 | 7.3 | 7.9 | 3.3 | 3.9 | 8.5 | 7.5 ± 1.3 | * |
| Cia | 3.1 | 5.8 | 3.5 | 2.9 | 5.4 | 4.7 | 2.2 | 3.0 | 4.4 | 3.9 ± 0.3 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates ± el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** ($P < 0.001$); * ($P < 0.05$).
MO = Materia orgánica; Cen = Cenizas; PC = Proteína cruda; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida; Cel = Celulosa; Hemi = Hemicelulosa; Lig = Lignina; Cia = Cenizas insolubles.

En verano el contenido de FDN de los zacates Común y Nueces fue más bajo que otros zacates y otras estaciones probablemente a los rebrotes de éstos durante ésta época en que se presentaron precipitaciones importantes; sin embargo, dicho valor fue diferente en invierno debido a que el Llano tuvo el valor más alto. El porcentaje obtenido por **Garibaldi-González (1995)** para la planta completa del Común en verano en esta misma localidad fue superior a las estaciones de verano y primavera del presente estudio. De manera similar los valores determinados para el verano en Linares, N.L. por **Saucedo-San Miguel (1998)**, son mayores a las tres estaciones reportadas. Valores muy similares a la estación de primavera del presente estudio fueron obtenidos por **Zermeño-Benítez (1999)** aunque correspondieron a la estación de otoño.

Se observaron valores elevados (10%) de lignina en la planta completa del buffel Común (verano) según lo reportado por **Saucedo-San Miguel, (1998)** en Linares, N. L., que son comparables con el Común de invierno en el presente estudio. Los niveles de lignina que obtuvieron **Zermeño-Benítez (1999)** en el otoño, fueron altos en FDN para el Común 6.6%, Nueces 6.7% y Llano 9.6%

Los contenidos de PC, FDN y lignina obtenidos durante la estación de verano resultaron los más adecuados para ser aprovechados por el ganado bovino y ovino en pastoreo. Es probable que debido a las precipitaciones más abundantes durante los meses de mayo y junio (1999) con respecto a las de enero a marzo, permitieran acumular estos nutrientes de manera proporcional (ver Figura 1).

4.1.1. Macrominerales determinados en la planta completa de los zacates

Los niveles presentados en las concentraciones de los macrominerales como **Ca, K, Mg, y P (g/kg)** entre las estaciones y zacates mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) con excepción de **Na** (Tabla 2).

Las concentraciones (g/kg) que resultaron más elevadas para los macroelementos en su fracción planta completa fueron para **Ca** en el buffel Común en verano, para **K** el Nueces de invierno, para **Mg** el Común de invierno, en **Na** no presentaron diferencias significativas ($P < 0.001$); sin embargo, en la estación de invierno el Común y Nueces

Tabla 2. Concentración de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg) presentes en la Planta Completa de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y sus híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones en el año de 1999.

| MACRO MINERAL | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|------------------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | Ca | 3.5 | 3.5 | 2.7 | 3.1 | 4.6 | 2.4 | 6.0 | 2.4 | | |
| K | 7.0 | 8.8 | 6.2 | 6.5 | 5.8 | 7.6 | 2.9 | 4.2 | 1.1 | 5.6 ± 0.3 | *** |
| Mg | 1.2 | 0.6 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.2 | 0.5 ± 0.1 | *** |
| Na | 1.2 | 1.2 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.7 ± 0.1 | N.S. |
| P | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.03 | 0.3 ± 0.04 | *** |
| MICRO MINERAL | | | | | | | | | | | |
| Cu | 3.0 | 1.0 | 0.9 | 1.4 | 1.0 | 1.2 | 12.4 | 11.5 | 2.4 | 3.9 ± 0.8 | *** |
| Fe | 195.8 | 103.3 | 58.3 | 151.1 | 115.8 | 106.1 | 879.3 | 231.8 | 258.0 | 233.3 ± 9.8 | *** |
| Mn | 29.7 | 41.2 | 42.5 | 25.8 | 21.6 | 16.3 | 91.8 | 80.9 | 36.7 | 42.9 ± 0.9 | *** |
| Zn | 38.9 | 21.1 | 26.0 | 40.4 | 34.0 | 26.9 | 53.9 | 53.9 | 37.6 | 37.0 ± 1.6 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates ± el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** ($P < 0.001$); N.S. = No significativo.

presentaron los niveles más altos y para **P** durante el verano Nueces presentó los niveles más altos. Sin embargo, conjuntamente las concentraciones más bajas para todos los macroelementos fueron para la variedad Llano en la estación de verano (Tabla 2).

La PC para **P**, FDN y Lignina para **K** y FDN para **Na**, presentaron correlaciones positivas sobre sus concentraciones, lo cual significa que al aumentar estos componentes nutritivos y de la pared celular en los zacates, sus niveles suben y viceversa. Mientras que la FDA para **Ca**, la PC para **K**, la FDA para **Mg**, la FDN y Lig para **P** tuvieron correlaciones negativas sobre sus concentraciones; esto quiere decir que al haber un aumento en los niveles de la pared celular en los zacates, la concentración en los macrominerales tiende a disminuir y por el contrario, si estos disminuyen la tendencia es a aumentar su concentración de nutrientes (tabla 3).

El estado de madurez influye sobre el contenido de minerales en los forrajes. Las plantas asimilan más eficientemente los minerales durante las etapas iniciales del crecimiento y gradualmente el contenido de materia seca se incrementa más rápidamente, ocasionando en consecuencia una disminución en la demanda de minerales (Flemming, 1973). Esto parece ser el efecto que prevalece en los minerales con respecto a los componentes de la pared celular como lo muestran los análisis de correlación lineal simple mostrados en la Tabla 3.

En las estaciones de otoño 1993, invierno y primavera 1994, Rodríguez-Lozano (1995), reportó valores más elevados de **Ca** en la planta completa del Común (8.4, 11.3 y 9.7 g/kg respectivamente) y también para **K** en otoño (24 g/kg), primavera (30.6 g/kg) y verano (16.5 g/kg) con excepción de la estación de invierno (6.2 g/kg); así mismo los niveles de **Mg** superan al valor más alto obtenido (1.2 g/kg). Destaca la concentración más elevada de **Na** en el Común en primavera (1.4 g/kg) y con un valor igual en verano (0.7 g/kg) con respecto a lo reportado en primavera y verano en este estudio. Para fósforo los valores coinciden en verano (0.6 g/kg) mientras que las demás estaciones fueron superadas en otoño (0.8 g/kg), invierno (0.9 g/kg) y primavera (1.2 g/kg).

También Parra-Meléndez (1998) para Común, obtuvo valores altos de **Ca** en primavera (4.55 g/kg) en Linares, N. L. Los resultados de **K** fueron mínimos en primavera

Tabla 3. Correlación lineal simple entre el valor nutritivo y la concentración de minerales presente en la Planta Completa de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados durante tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León.

| | Ca | K | Mg | Na | P | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------------------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Materia Orgánica | -0.35 * | 0.44 ** | -0.06 | 0.19 | -0.60 ** | -0.93 ** | -0.68 ** | -0.92 ** | -0.70 ** |
| Cenizas | 0.35 * | -0.44 ** | 0.06 | -0.19 | 0.60 ** | 0.93 ** | 0.68 ** | 0.92 ** | 0.70 ** |
| Proteína Cruda | 0.31 | -0.56 ** | 0.18 | -0.19 | 0.73 ** | 0.94 ** | 0.76 ** | 0.93 ** | 0.87 ** |
| FDN | -0.27 | 0.43 ** | -0.01 | 0.37 * | -0.76 ** | -0.75 ** | -0.50 ** | -0.60 ** | -0.85 ** |
| FDA | -0.38 * | 0.26 | -0.46 ** | -0.07 | -0.83 ** | -0.83 ** | -0.67 ** | -0.74 ** | -0.82 ** |
| Celulosa | -0.30 | -0.02 | -0.67 ** | -0.28 | -0.67 ** | -0.56 ** | -0.45 ** | -0.54 ** | -0.59 ** |
| Hemicelulosa | 0.18 | 0.18 | 0.63 ** | 0.55 ** | 0.20 | 0.21 | 0.30 | 0.29 | 0.06 |
| Lignina | -0.22 | 0.45 ** | 0.20 | 0.32 | -0.53 ** | -0.55 ** | -0.43 ** | -0.50 ** | -0.54 ** |
| Cenizas Insolubles | -0.19 | 0.34 * | -0.31 | -0.05 | -0.60 ** | -0.57 ** | -0.52 ** | -0.52 ** | -0.68 ** |

** (P<0.01); * = (P<0.05). FDN =Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

(3.33 g/kg) y verano (2.2 g/kg). Así también, los niveles de Mg en primavera (2.84 g/kg) resultaron con mayor concentración. El Na obtuvo en primavera (4.3 g/kg) y verano (6.6 g/kg) concentración superior a las señaladas en este estudio. Mientras que lo reportado para P en primavera y verano, resultó con niveles más altos (1.6 y 0.71 g/kg respectivamente) para todas las estaciones evaluadas en este reporte.

Salinas-Lucero (1999) al evaluar el contenido de Ca en los mismos zacates encontró que hubo diferencias al compararse con los reportados en otoño de 1998 los cuales fueron menores para el Común (2.2 g/kg), para Nueces (2.8 g/kg) y Llano (1.0 g/kg). Para K, reportó valores más bajos. Mientras que el Mg resultó con mayor concentración. El registro de Na para los zacates Común, Nueces y Llano para esta misma localidad, resultaron con menores índices de concentración. Mientras que los niveles de P fueron mayores con excepción del Nueces de verano que fue el más bajo.

En las condiciones del cultivar de los zacates para esta región se observaron fluctuaciones en las concentraciones de los macrominerales, que al comparar con los resultados obtenidos por McDowell (1997), se determina que para los bovinos de carne y en crecimiento el contenido de Ca en la planta completa si cubre el rango mínimo de los requerimientos indicados. Para los bovinos de leche sólo el Nueces de primavera y el Común de verano satisfacen el mínimo requerido. Los zacates evaluados en la estación de verano no cubren el mínimo de los requerimientos de K. Para los bovinos de leche ninguno de los zacates en las diferentes estaciones cubren los mínimos necesarios para nutrición del ganado. Únicamente el Común de la estación de invierno cubre el mínimo de Mg requerido para los bovinos de carne en crecimiento y para ovinos. Todos los zacates de las estaciones evaluadas cubren los requerimientos de Na, con excepción del Llano de verano. En cuanto a lo requerido mínimamente de P por el ganado bajo diversas características de desarrollo y sexo; ninguna variedad de zacate en las estaciones logró esos valores para este elemento (ver Tabla 2 y Cuadro 1).

4.1.2. Microminerales determinados en la planta completa de los zacates

Los niveles presentados en las concentraciones de los microminerales como Cu, Fe, Mn y Zn (mg/kg) entre las estaciones y variedades de zacates mostraron diferencias

altamente significativas ($P < 0.001$). Las concentraciones que resultaron más elevadas para los microelementos en la planta completa fueron: Para **Cu**, **Fe**, **Mn** en el Común en verano y para **Zn** en verano también, correspondiendo a Común y Nueces los más altos. Mientras que las concentraciones más bajas fueron: Para **Cu** y **Fe** en el Llano de invierno, para **Mn** en el Llano de primavera y para **Zn** le correspondió a Nueces en invierno. La estación de verano presentó los valores más altos en las concentraciones de los microminerales (ver Tabla 2).

La PC presentó una correlación positiva sobre las concentraciones de **Cu**, **Fe**, **Mn** y **Zn**, lo cual significa que al aumentar este nutriente en los zacates, sus niveles suben y viceversa. Sin embargo, la FDN, FDA y Lig, presentaron una correlación negativa para estos microminerales, esto es que al haber aumento en los niveles de pared celular, la concentración en los microminerales tiende a disminuir y por el contrario, si aquellos disminuyen la tendencia es aumentar su concentración de nutrientes (Tabla 3).

Estudios realizados en la planta completa del Común en agostaderos del estado de Nuevo León, durante varias estaciones por Rodríguez-Lozano (1995) mostraron diferencias superiores en la concentración de **Cu** para primavera e invierno del presente estudio, ya que el obtuvo en otoño 9.4 mg/kg, en invierno 11.7 mg/kg, en primavera 11.1 mg/kg y en verano 7.9 mg/kg. Valores diferentes con una mayor proporción **Fe** para verano (648 mg/kg) superaron a invierno y primavera. Los niveles de **Mn** encontrados solamente en la estación de otoño (38.3 mg/kg) y primavera (43.5 mg/kg) superaron a la de invierno y primavera del presente estudio, mientras que para **Zn** obtuvo concentraciones mayores durante otoño (51.6 mg/kg), invierno (40.7 mg/kg) y en primavera (71.3 mg/kg).

Parra-Meléndez (1998), quien mostró diferencias en la concentración de **Cu** en primavera (7.71 mg/kg) y en verano (1.94 mg/kg), resultando inferiores solamente para verano de este estudio. De manera similar ocurrió para **Fe** y **Mn** pues sus valores en primavera (169 y 36.7 mg/kg) y en verano (99 y 26.6 mg/kg respectivamente) fueron inferiores a los de invierno y verano reportados en esta tesis. Los resultados presentados para **Zn** en primavera (50.7 mg/kg) y en verano (27.1 mg/kg) resultaron menores que los de verano registrados en este estudio.

Los resultados para **Cu** mostrados por **Salinas-Lucero (1999)** en la estación de otoño sólo fueron superados por el Común y el Nueces de verano en el presente trabajo. Niveles importantes en la concentración de **Fe** no logran superar a los reportados en este estudio con la excepción del Llano en primavera. Las concentraciones de **Mn** encontradas en el Común, Nueces y Llano, no fueron superiores al Nueces en invierno y en verano, ni al Común de verano. Además, no obtuvo resultados en **Zn** mayores para los zacates.

Sólo la planta completa de los zacates Común y Nueces, en la estación de verano, satisfacen los requerimientos mínimos de **Cu** para bovinos de carne, en crecimiento y lactancia. Los requerimientos de **Fe** para bovinos de carne en crecimiento y en lactancia fueron cubiertos a satisfacción por todas las variedades de zacates durante las estaciones del año (**McDowell, 1997**). La planta completa de los zacates, con excepción del Llano en primavera, presentó niveles de **Mn** suficientes para cubrir los requerimientos mínimos para ovinos y bovinos de carne en crecimiento así como para las hembras al inicio de la lactancia. Las concentraciones de **Zn** (mg/kg) proveen las necesidades mínimas para la dieta de ovinos; Nueces en invierno y Llano en invierno y primavera no satisfacen lo requerido por los bovinos de carne en crecimiento. Para las hembras en principio de lactancia sólo el Común en primavera y verano y Nueces en verano cubren los requerimientos para este tipo de rumiantes (ver Tabla 2 y Cuadro 1).

De manera general se observa que los principales componentes de la pared celular (FDN, FDA, Cel, Lig y Cia) tuvieron un efecto negativo sobre la concentración de macrominerales (Ca, Mg, excepto lignina en P) y de los microelementos Cu, Fe, Mn, Zn. En cambio las Cen, la PC y Hemi, respondieron de forma positiva al correlacionarse con los mismos macro y microminerales (Tabla 3).

El **Ca** no se afecta de manera importante con el avance de la madurez (**Ammerman, et al., 1982**), sin embargo, el **P** y **K** si disminuyen marcadamente, lo mismo ocurre para el **Cu**, **Fe** y **Zn** (**Underwood, 1981**). Además del efecto de madurez en el forraje, los cambios estacionales o climáticos pueden influenciar la presencia de minerales en él (**Spears, 1994**).

4.1.3. Digestión ruminal y degradabilidad de la materia seca de la planta completa de los zacates

Los parámetros no lineales de degradabilidad efectiva de la materia seca de la planta completa de los zacates se observan en la Tabla 4. Los factores **a**, Lag time y DEMS al 5%/h fueron diferentes significativamente mientras que **b**, **a+b** y **c** no fueron diferentes. La fracción **a** fue mayor para Común en verano y menor para Nueces en invierno, **b** fue mayor en el Común en verano y menor para Llano en invierno; **a+b** obtuvo su valor máximo en el Común en verano y su valor mínimo para Llano en invierno encontrando un promedio general de 65.3%, así también, durante la estación de verano se observaron aparentemente los niveles más altos de la porción de materia seca potencialmente degradable **a+b**.

La fracción **c** logró su valor más alto en el Llano en primavera y su valor más bajo en el Común en verano; para el lag time fue superior en el Común en primavera e inferior para Nueces en verano y la DEMS 5%/h fue mayor para Común en verano mientras que para Nueces en invierno fue el menor (ver Tabla 4). Para esta fracción, el promedio general fue de 35.2%, mostrando también para el verano los más altos porcentajes en degradabilidad.

Estos resultados se pueden comparar con los promedios de (**a+b**) y la DEMS 5%/h de la planta completa de los zacates estudiados por **Cornejo-Treviño (1998)**, según corresponden a verano en Linares, N.L., y los promedios obtenidos fueron inferiores (40.6 y 28.9) a los del presente trabajo con excepción de la DEMS 5%/h de invierno. De igual forma **Garibaldi-González (1995)** obtiene valores medios para degradabilidad potencial de MS (49.1) y DEMS 2.5%/h (44.1) el cual trabajó con material colectado en verano.

Por otro lado, **Reyna-Garza (1999)** evaluó las mismas variedades para esta misma localidad de Marín, N.L. en la época de otoño obteniendo una media para (**a+b**) en el Común planta completa (70.1), para Nueces (73.1) y para Llano (55.7) superando sólo la estación de invierno y para la DEMS 5%/h registró para Común (37.6), Nueces (39.6) y Llano (32.7) resultando más alta también para el de invierno reportado en el presente estudio.

Tabla 4. Digestión ruminal y degradabilidad efectiva de la materia seca de la Planta Completa de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | a | 16.7 | 10.4 | 14.9 | 18.7 | 20.9 | 18.7 | 33.3 | 31.1 | | |
| b | 31.3 | 36.9 | 23.6 | 55.4 | 52.3 | 39.0 | 60.4 | 54.3 | 54.3 | 45.3 ± 3.5 | N.S. |
| a + b | 48.1 | 52.3 | 38.5 | 74.1 | 73.1 | 57.7 | 93.7 | 85.3 | 64.8 | 65.3 ± 3.3 | N.S. |
| c | 4.2 | 3.6 | 5.2 | 4.0 | 4.0 | 5.2 | 2.7 | 3.5 | 3.7 | 4.0 ± 0.5 | N.S. |
| Lag time | 3.8 | 4.4 | 3.7 | 4.9 | 4.0 | 4.1 | 4.0 | 3.6 | 4.0 | 4.0 ± 0.2 | * |
| DEMS 5% | 28.6 | 24.0 | 24.7 | 37.8 | 39.6 | 33.5 | 50.5 | 49.5 | 28.6 | 35.2 ± 0.3 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates ± el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** (P<0.001); * = (P<0.05); N.S. = No significativo.

Parámetros: a = fracción de Materia Seca (%) perdida durante el lavado; b = Fracción de Materia Seca (%) degradada; a + b = fracción de la Materia Seca (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Materia Seca (%7h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la materia Seca en horas; DEMS 5% = Degradabilidad efectiva de la materia seca con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

Los resultados del análisis de correlación entre los componentes del valor nutritivo y los factores de degradabilidad de MS, señalan para la fracción **a+b** y la DEMS un efecto positivo con la PC. Sin embargo, los componentes que indicaron una correlación negativa fueron la FDN, FDA y lignina. Lo anterior confirma que en cuanto mayor sean los componentes de la pared celular (FDN, Cel, Hemi y Lig) menor será la DEMS. En cambio cuando aumenta la PC aumenta la DEMS (Tabla 5).

De acuerdo con los resultados sobre DEMS, se ha verificado que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre las variedades de zacates evaluadas. Es probable que la DEMS haya sido más elevada en la estación de verano, debido a un menor contenido de fibra en la planta completa de los zacates (ver Tabla 1), como sucede en las arbustivas de la región (Ramírez *et al.*, 1997), ocasionando con ello una respuesta al crecimiento vegetativo y acumulación de nutrientes originada por las precipitaciones importantes durante los meses de mayo y junio 1999, así como a la temperatura constante registrada durante esos meses (ver Figura 1).

4.1.4. Características de la digestibilidad y degradabilidad de la proteína cruda de la planta completa de los zacates

Los parámetros de la digestibilidad *in situ* y degradabilidad efectiva de la proteína cruda (DEPC) tuvieron diferencias significativas ($P < 0.001$) entre variedades y estaciones (Tabla 6). Se observa que en **a** el Común de verano obtuvo el mayor porcentaje y para Nueces de primavera fue el menor; para **b** el mayor nivel lo presentó Nueces en verano y el menor fue para Llano (primavera); **c** obtuvo su máximo valor en el Común en verano y el menor también fue para Común pero en primavera; para **lag time** el valor más alto correspondió a Nueces invierno y el más bajo fue para Nueces en primavera.

El Común de verano obtuvo el valor más alto en la fracción degradable de MS **a+b** y el Nueces en primavera tuvo la fracción menor. El promedio general para este parámetro fue de 66.7% y al parecer durante el verano ocurrieron los valores más altos. El Común en verano alcanzó los niveles más altos de DEPC a una tasa de recambio ruminal del 5%/h, en tanto que el Nueces en primavera le correspondió el valor más bajo. Los niveles más altos

Tabla 5. Coeficiente de correlación Pearson entre el valor nutritivo y las características de digestión de los nutrientes presentes en la materia seca de la Planta Completa de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | a | b | a + b | c | DEMS 5% / h |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|-------------|
| Materia Orgánica | -0.81 ** | -0.46 ** | -0.68 ** | 0.41 * | -0.77 ** |
| Cenizas | 0.81 ** | 0.46 ** | 0.68 ** | -0.41 * | 0.77 ** |
| Proteína Cruda | 0.84 ** | 0.48 ** | 0.71 ** | -0.42 * | 0.80 ** |
| FDN | -0.87 ** | -0.67 ** | -0.86 ** | 0.37 * | -0.96 ** |
| FDA | -0.83 ** | -0.29 | -0.57 ** | 0.31 | -0.73 ** |
| Celulosa | -0.55 ** | -0.11 | -0.32 | 0.29 | -0.43 ** |
| Hemicelulosa | 0.06 | -0.43 ** | -0.30 | 0.03 | -0.18 ** |
| Lignina | -0.65 ** | -0.39 * | -0.56 ** | 0.13 | -0.68 ** |
| Cenizas Insolubles | -0.58 ** | -0.12 | -0.34 * | 0.14 | -0.49 ** |

** (P<0.01); * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Materia Seca (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Materia Seca (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Materia Seca (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Materia Seca (% / h); DEMS 5% = Degradabilidad efectiva de la materia seca con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

Tabla 6. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de la Planta Completa de los zacates buffel común (*Cenchrus ciliaris* L.) y sus híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | a | 36.7 | 41.0 | 35.6 | 50.4 | 20.4 | 43.7 | 55.0 | 40.3 | | |
| b | 22.3 | 39.1 | 19.1 | 28.0 | 23.6 | 11.6 | 27.8 | 47.8 | 40.1 | 28.9 ± 3.0 | *** |
| a + b | 59.0 | 72.6 | 54.7 | 78.4 | 44.1 | 55.3 | 82.8 | 88.0 | 65.2 | 66.7 ± 1.0 | *** |
| c | 4.9 | 3.9 | 5.0 | 3.6 | 3.7 | 6.9 | 7.7 | 5.0 | 4.2 | 5.0 ± 0.6 | *** |
| Lag time | 4.4 | 4.8 | 3.5 | 4.5 | 3.4 | 4.1 | 4.0 | 4.2 | 4.2 | 4.1 ± 0.2 | *** |
| DEPC 5% | 45.5 | 57.7 | 43.6 | 59.5 | 28.6 | 49.4 | 68.7 | 59.5 | 39.5 | 49.5 ± 0.3 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates \pm el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** ($P < 0.001$).

Parámetros: a = fracción de Proteína Cruda (%) perdida durante el lavado; b = Fracción de proteína cruda (%) degradada; a + b = fracción de la proteína cruda (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la proteína cruda (%/h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la proteína cruda en horas; DEPC 5% = Degradabilidad efectiva de la proteína cruda con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

correspondieron a la estación de verano (para Común y Nueces); el porcentaje general del promedio para este factor fue de 49.5% (Tabla 6).

Considerando la media para **a+b** y para la DEPC 5%/h en los zacates evaluados en diferentes épocas del año se puede decir que nuestros resultados son superiores en todas las estaciones para el primer factor (42.8%) y sólo para primavera y verano para el segundo (58.5%) los cuales fueron obtenidos en la planta completa del Común por Garibaldi-González (1998). Los resultados que obtuvo Cornejo-Treviño (1998) para **a+b** (69.4%) y DEPC 5% (62.5%) fueron superiores a invierno el primero y a invierno y primavera el segundo. Por otra parte, Reyna-Garza (1999) reportó valores promedio para **a+b** y DEPC 5% en la estación de otoño para Común (78.6 y 64.4), para Nueces (86 y 61.2) y para Llano (83.1 y 57.0). Lo cual indica que para Común de invierno y primavera fueron mayores; para Nueces, superó todas las estaciones excepto en la fracción **a+b** de verano y para Llano todas las estaciones del presente estudio fueron superadas por estos valores.

Los zacates Común (68.7%) y Nueces (59.5%) en verano obtuvieron los promedios más altos de DEPC, lo que indica que pueden ser consumidos por los rumiantes en mayor proporción que el resto de los forrajes evaluados, debido a que proporcionan una buena cantidad de PC a los microorganismos del rumen para su crecimiento y reproducción (Tabla 6). Variedades como el Común (59.5%) y Llano (49.4%) en primavera y Nueces (57.7%) en invierno alcanzaron valores importantes de DEPC; es probable que puedan tener mayores niveles de proteína de paso, que es de mejor calidad que la proteína microbiana la cual puede ser solubilizada y desdoblada en el abomaso y duodeno en forma de aminoácidos los cuales finalmente son absorbidos en el intestino (Neira, 1994). La composición química de los pastos, tuvo influencia sobre la fracción **a+b** y DEPC, positiva para la PC y una correlación negativa para la FDN, FDA y Lig (Tabla 7).

4.1.5. Digestibilidad y degradabilidad de la fibra detergente neutro de la planta completa de los zacates

Los parámetros de la digestibilidad *in situ* de la FDN de los zacates y estaciones evaluados obtuvieron diferencias significativas entre ellos ver Tabla 8. Para la fracción **a**, en la estación de verano se encontraron tanto el valor máximo como el mínimo

Tabla 7. Relación funcional entre el valor nutritivo, la digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda utilizando correlación lineal simple; de la Planta Completa de los zacates buffel común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | a | b | a + b | c | DEPC 5% / h |
|--------------------|----------|----------|----------|-------|-------------|
| Materia Orgánica | -0.36 * | -0.47 ** | -0.68 ** | -0.27 | -0.60 ** |
| Cenizas | 0.36 * | 0.47 ** | 0.68 ** | 0.27 | 0.60 ** |
| Proteína Cruda | 0.49 ** | 0.42 * | 0.78 ** | 0.28 | 0.73 ** |
| FDN | -0.30 | -0.34 * | -0.59 ** | -0.14 | -0.50 ** |
| FDA | -0.64 ** | -0.16 | -0.67 ** | -0.27 | -0.76 ** |
| Celulosa | -0.51 ** | -0.07 | -0.52 ** | -0.18 | -0.60 ** |
| Hemicelulosa | 0.51 ** | -0.21 | 0.19 | 0.19 | 0.43 ** |
| Lignina | -0.31 | -0.22 | -0.41 * | -0.22 | -0.42 * |
| Cenizas Insolubles | -0.54 ** | -0.02 | -0.51 ** | -0.17 | -0.60 ** |

** (P<0.01); * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA =Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Proteína Cruda (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Proteína Cruda (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Proteína Cruda (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Proteína Cruda (% / h); DEPC 5% = Degradabilidad efectiva de la Proteína Cruda con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

correspondiéndole a Nueces y Llano, respectivamente; la fracción **b** obtuvo su máximo en el Común en verano y su mínimo también para Común pero en primavera. La fracción **c** en primavera registró el valor más alto para el Común y en verano el más bajo para el mismo zacate; el tiempo de retardo (Lag time) en la degradación de FDN obtuvo sus valores máximo y mínimo para la estación de verano correspondiéndole a Llano y Común respectivamente (Tabla 8).

El Común de verano logró el valor más alto en porcentaje de FDN potencialmente degradable **a+b** y el Nueces obtuvo el menor. La media en conjunto para este parámetro alcanzó 53.5% ($P < 0.001$) y aparentemente en verano ocurrieron los valores máximos. En la degradabilidad efectiva de la FDN, Nueces en verano logró obtener el valor más elevado mientras que Llano en primavera obtuvo el menor porcentaje. Al parecer la estación que muestra una más elevada DEF DN 5% es la de verano para los zacates Común y Nueces. La media general obtenida durante la presente evaluación fue de 27.6 % (Tabla 8).

Como la DEF DN fue mayor en verano (Tabla 8) que en las otras dos estaciones, se puede decir que en la obtención del resultado alcanzado pudo haber influido la precipitación pluvial (ver figura 1) que ocurrió antes de la colecta (junio) ocasionando en los zacates un mayor desarrollo de la planta completa, la cual por ser nueva contiene menos cantidad de FDN; en cambio en invierno y primavera la FDN fue menor probablemente a que en estas estaciones se hayan incrementado sus constituyentes como consecuencia de la maduración de las especies forrajeras, lo cual influye en la disminución de digestibilidad en estos forrajes (Short, *et al.*, 1974)

Los presentes resultados difieren a los observados por Garibaldi-González (1998) quien evaluó al Común en verano en linares, N.L., obteniendo porcentajes mayores (**a+b** = 55.2%) para invierno y primavera. En la DEF DN resultó superior a todas las estaciones del presente estudio. Comparando los promedios Saucedo-San Miguel (1998) reporta valores más altos en verano en la **a+b** (46.6%) y en la DEF DN 5% (33.4) para los obtenidos en invierno y primavera del presente trabajo. Por otra parte la evaluación realizada en el otoño por Zermeño-Benítez (1999) para los mismos zacates en la misma localidad, obtuvo

Tabla 8. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro presente en la Planta Completa de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | | | | | | | | | | | |
| a | 15.8 | 12.8 | 15.2 | 15.5 | 11.3 | 9.5 | 16.4 | 22.8 | 6.8 | 14.0 \pm 0.4 | *** |
| b | 30.4 | 39.3 | 25.0 | 24.8 | 27.0 | 31.9 | 74.7 | 61.0 | 39.0 | 39.2 \pm 3.0 | *** |
| a + b | 46.1 | 51.7 | 40.2 | 40.3 | 38.3 | 41.4 | 91.1 | 83.8 | 48.3 | 53.5 \pm 3.1 | *** |
| c | 4.7 | 4.3 | 4.9 | 5.2 | 4.3 | 3.6 | 2.7 | 3.7 | 4.3 | 4.2 \pm 0.4 | *** |
| Lag time | 4.2 | 4.4 | 4.1 | 4.1 | 4.2 | 4.4 | 4.0 | 4.5 | 5.3 | 4.3 \pm 0.2 | ** |
| DEFDN 5% | 27.6 | 26.5 | 25.2 | 25.7 | 21.4 | 20.1 | 37.0 | 43.4 | 21.6 | 27.6 \pm 1.0 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates \pm el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** ($P < 0.001$); ** ($P < 0.01$).
 Parámetros: a = fracción de fibra detergente neutra (%) perdida durante el lavado; b = Fracción de fibra detergente neutra (%) degradada; a + b = fracción de la fibra detergente neutra (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la fibra detergente neutra (%/h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la fibra detergente neutra en horas; DEF DN 5% = Degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutra con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

promedios para el factor **a+b** mayores en invierno y verano para Común y Nueces, para Llano superaron todas las estaciones del presente estudio.

El efecto entre la composición química de los nutrientes y los factores de digestión de los constituyentes de la FDN, mostró diferencias significativas ($P < 0.001$). En la fracción **a+b** y DEFDN, la PC influyó positivamente. En cambio, los factores que tuvieron una correlación negativa fueron los constituyentes de la FDN (Tabla 9).

4.2. Composición química de los tallos de los zacates

Para los valores de materia orgánica (MO), cenizas, proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulosa (Cel), hemicelulosa (Hemi), lignina (Lig) y cenizas insolubles (Cia) de los tallos fueron altamente significativos ($P < 0.001$) entre estaciones y zacates. Las variedades que presentaron los promedios más altos fueron: para MO fue para Llano en primavera, para Cen y PC el Nueces en verano; en el contenido de FDN, FDA y Cel, le correspondió a Nueces en invierno, respecto a Hemi, el Común en invierno, para Lig se presentó en el Llano en verano y las Cia para Nueces en primavera (Tabla 10).

Los promedios más bajos que se presentaron en las diferentes variedades fueron para MO y Lig, el Nueces en verano, para Cen y Cia, el Común en primavera, para PC y Hemi, el Nueces en primavera; para FDN, el Común en verano y para el contenido de FDA y celulosa, el Común en invierno. Los promedios estacionales para cada factor nutritivo obtenidos en los zacates correspondieron para MO 93.0%, Cen 7.2%, PC 5.7%, FDN 84.2%, FDA 47.9%, Cel 36.6%, Hemi 36.2%, Lig 9.0% y Cia obtuvieron 2.4% (Tabla 10).

Los valores más altos de PC en los tallos fueron registrados en la estación de verano, como respuesta a la precipitación ocurrida promoviendo el crecimiento vegetativo apical de los tallos de los zacates, estos niveles completan los requerimientos para caprinos en gestación (Fierro, *et al.*, 1989). Los más bajos se presentaron durante los meses de menor precipitación de enero a abril (ver Figura 1).

Tabla 9. Análisis de correlación simple entre el valor nutritivo y las características de digestión de los nutrientes de la fibra detergente neutro en la Planta Completa de los zacates buffel común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados a través de tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León.

| Factor | a | b | a + b | c | DEFDN 5% / h |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| Materia Orgánica | -0.59 ** | -0.91 ** | -0.94 ** | 0.46 ** | -0.87 ** |
| Cenizas | 0.59 ** | 0.91 ** | 0.94 ** | -0.46 ** | 0.87 ** |
| Proteína Cruda | 0.67 ** | 0.87 ** | 0.92 ** | -0.32 | 0.89 ** |
| FDN | -0.58 ** | -0.63 ** | -0.70 ** | 0.34 * | -0.70 ** |
| FDA | -0.80 ** | -0.65 ** | -0.76 ** | 0.19 | -0.83 ** |
| Celulosa | -0.70 ** | -0.44 ** | -0.55 ** | 0.08 | -0.67 ** |
| Hemicelulosa | 0.37 | 0.10 | 0.17 | 0.17 | 0.27 |
| Lignina | -0.38 * | -0.44 ** | -0.48 ** | 0.15 | -0.46 ** |
| Cenizas Insolubles | -0.59 ** | -0.38 * | -0.47 ** | -0.002 | -0.57 ** |

** (P<0.01); * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA =Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Fibra detergente neutro (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Fibra detergente neutro (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Fibra detergente neutro (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Fibra detergente neutro (% / h); DEF DN 5% = Degradabilidad efectiva de la Fibra detergente neutro con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

Tabla 10. Valor nutritivo de los Tallos de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|--------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | MO | 95.3 | 94.1 | 95.3 | 95.8 | 93.8 | 97.1 | 88.6 | 82.1 | | |
| Cen | 4.7 | 5.9 | 4.7 | 4.2 | 6.2 | 4.9 | 11.4 | 17.9 | 4.9 | 7.2 ± 0.2 | *** |
| PC | 4.5 | 2.7 | 3.0 | 6.0 | 2.3 | 2.7 | 12.6 | 12.8 | 5.1 | 5.7 ± 0.1 | *** |
| FDN | 84.6 | 91.4 | 88.5 | 82.2 | 83.4 | 84.4 | 79.8 | 81.1 | 82.2 | 84.2 ± 0.2 | *** |
| FDA | 39.9 | 57.5 | 52.6 | 44.8 | 56.6 | 50.0 | 40.1 | 41.0 | 49.1 | 47.9 ± 1.5 | *** |
| Cel | 31.9 | 44.7 | 39.3 | 32.0 | 42.1 | 37.1 | 34.1 | 35.9 | 32.1 | 36.6 ± 1.0 | *** |
| Hemi | 44.8 | 33.9 | 35.9 | 37.4 | 26.9 | 34.4 | 39.8 | 40.1 | 33.1 | 36.2 ± 1.5 | *** |
| Lig | 6.4 | 9.5 | 11.3 | 11.6 | 11.4 | 10.7 | 4.0 | 3.6 | 12.3 | 9.0 ± 1.2 | *** |
| Cia | 1.5 | 3.7 | 2.2 | 1.2 | 4.5 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 2.2 | 2.4 ± 0.1 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates ± el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** ($P < 0.001$); MO = Materia orgánica; Cen = Cenizas; PC = Proteína cruda; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida; Cel = Celulosa; Hemi = Hemicelulosa; Lig = Lignina; Cia = Cenizas insolubles.

Se han dado a conocer niveles altos de PC en buffel Común durante las estaciones de otoño y verano en Linares, N.L. (Pérez-García, 1997 y Cornejo-Treviño, 1998) con respecto a invierno y primavera de este estudio. De manera importante en el trabajo realizado por Reyna-Garza (1999), obtuvo niveles bajos de PC en los tallos de Común (4.3%), Nueces (3.4%) y Llano (4.2%) durante el otoño, indicando que estos porcentajes corresponden a los de primavera para este estudio. Se ha determinado que los zacates contienen cantidades elevadas de pared celular comparados con las hierbas y arbustos, que en las plantas, según la época del año puede variar su proporción. De acuerdo a esta condición Saucedo-San Miguel (1998) y Cornejo-Treviño (1998) reportaron valores elevados de FDN (88.5%) para tallos de Común en verano lo que muestra un mayor contenido con referencia a este trabajo. Los valores elevados de lignina (12.6%) para tallos de Común en verano, demuestran un mayor contenido en primavera que fue la que obtuvo mayor porcentaje en referencia a este trabajo. Así mismo Reyna-Garza (1999) y Zermeño-Benítez (1999) evaluando la FDN en los tallos de las mismas variedades de zacates (Común 82.2%, Nueces 83.6% y Llano 84.4%) durante el otoño obtuvieron cantidades inferiores a invierno y primavera la presente investigación. Los porcentajes de lignina presentados en los tallos del Común (10.6%), Nueces (11.1%) y Llano (14.6%) sobrepasan las lecturas en invierno y verano, menos al Común y Nueces en primavera.

Durante las estaciones de invierno y primavera se obtuvieron los valores más altos de los constituyentes de la FDN (Cel, Hemi, Lig y Cia) debido probablemente a que en los meses de enero hasta abril se presentaron lluvias escasas, registrando 32.7 mm (ver Figura 1); esto permitió que se acumularan en mayor proporción los componentes en la pared celular de las plantas. Las cenizas insolubles comprenden una fracción no digerible que corresponde a sílice, por lo cual los forrajes que contienen una gran proporción de éste elemento tienen una calidad nutricional más baja (Van Soest, 1994).

4.2.1 Macrominerales determinados en los tallos de los zacates

Las concentraciones registradas en los tallos correspondientes a los macrominerales Ca, K, Mg, Na y P (g/kg), mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre estaciones y variedades de zacates (Tabla 11). Las concentraciones que resultaron más

Tabla 11. Concentración de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg) presentes en el Tallo de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y sus híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León en diferentes estaciones del año durante 1999.

| | Invierno | | | | Primavera | | | | Verano | | | | Sig. | |
|---------------|----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|------|--------------------|
| | Común | | Nueces | | Común | | Nueces | | Común | | Nueces | | | $\bar{x} \pm E.E.$ |
| | Llano | Nueces | Llano | Nueces | Llano | Nueces | Llano | Nueces | Llano | Nueces | | | | |
| MACRO MINERAL | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca | 2.3 | 2.4 | 3.4 | 1.5 | 4.0 | 1.3 | 1.4 | 0.9 | 1.4 | 0.9 | 1.4 | 2.1 ± 0.2 | *** | |
| K | 10.6 | 6.2 | 10.0 | 4.8 | 5.1 | 6.1 | 3.2 | 4.6 | 0.6 | 3.2 | 4.6 | 5.7 ± 0.4 | *** | |
| Mg | 1.1 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.4 ± 0.04 | *** | |
| Na | 1.4 | 0.8 | 1.2 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 ± 0.1 | *** | |
| P | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.04 | 0.3 | 0.4 | 0.3 ± 0.03 | *** | |
| MICRO MINERAL | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | 2.9 | 0.9 | 2.4 | 1.3 | 0.5 | 1.1 | 7.6 | 7.2 | 1.2 | 7.6 | 7.2 | 2.8 ± 0.3 | *** | |
| Fe | 108.2 | 58.3 | 158.3 | 73.5 | 47.4 | 65.1 | 180.0 | 115.4 | 149.1 | 180.0 | 115.4 | 106.1 ± 12.0 | *** | |
| Mn | 16.7 | 42.5 | 41.0 | 10.4 | 16.6 | 12.5 | 47.1 | 46.5 | 23.3 | 47.1 | 46.5 | 28.5 ± 2.5 | *** | |
| Zn | 31.5 | 26.0 | 21.7 | 38.9 | 17.2 | 22.8 | 73.8 | 57.3 | 32.8 | 73.8 | 57.3 | 35.6 ± 1.6 | *** | |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año - zacates \pm el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia, *** ($P < 0.001$).

elevadas para estos macroelementos en los tallos fueron: Para **Ca** el Nueces en primavera, para **K**, **Mg** y **Na** el Común en invierno y para **P** el Común de primavera. Los promedios obtenidos en los niveles de concentración en los macrominerales durante las estaciones fueron: Para **Ca** 2.1 g/kg, en **K** fue de 5.7 g/kg, para **Mg** de 0.4 g/kg, de **Na** 0.6 g/kg y la media de **P** fue de 0.3 g/kg. **Ca**, **K**, **Mg** y **Na** En referencia a las concentraciones obtenidas durante el invierno se observa que notoriamente fueron superiores a las reportadas para las demás estaciones; ($P < 0.001$). Sin embargo, los niveles de **Na** fueron similares durante invierno y primavera (ver Tabla 11). La PC para **Ca** y **K**; lig para **Mg**; FDA y lig para **P** en los tallos, tuvieron una correlación negativa sobre su concentración. Mientras que la FDN, tuvo un efecto positivo sobre **Ca**, **K** y **Na**. La PC afectó positivamente la concentración de **P** (ver Tabla 12.).

Para los tallos del Común colectados en Linares, N.L., Parra-Meléndez (1998) reporta, valores promedio de **Ca** en primavera (2.29 g/kg) y en verano (1.33 g/kg), lo obtenido en la primera estación resultó igual a invierno, pero superó a primavera y verano evaluadas en el presente estudio; mientras que lo obtenido en la segunda estación fue menor a todas las estaciones. La concentración de **K** del Común en primavera (2.5 g/kg) y en verano (2.18 g/kg), resultó menor para las estaciones al compararse con los del presente estudio. Determinaciones de **Mg** similares al Común en invierno, presentó en verano (1.07 g/kg); mientras que las concentraciones de **Na** para Común en verano (6.79 g/kg) superan de manera importante a los aquí reportados, ya que él registró también para primavera 7.66 g/kg. En primavera (0.71) y verano (0.28) registró concentraciones más altas que los reportados en este estudio en primavera y verano.

Salinas-Lucero (1999) obtuvo concentraciones bajas para otoño en los tallos de Común (0.7 g/kg), Nueces (0.6 g/kg) y Llano (0.5 g/kg) con respecto a las estaciones evaluadas en este estudio. Sin embargo los resultados de **K** superaron a todos los zacates estudiados en esta tesis. Para **Mg** resultaron más altos el Común (1.3), Nueces (1.0) y Llano (0.9). En cambio, los niveles de **Na** para Común (0.2), Nueces (0.2) y Llano (0.3) resultaron inferiores a los estimados en el presente estudio. En esta misma localidad obtuvo valores parecidos para los tallos de Común (0.5) en primavera, para Nueces (0.4) en verano y para Llano (0.3) en invierno y más altos para los demás zacates de las diferentes estaciones.

Tabla 12. Análisis de correlación lineal simple entre el valor nutritivo y la concentración de minerales presentes en el Tallo de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados durante tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León.

| | Ca | K | Mg | Na | P | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------------------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Materia Orgánica | 0.35 * | 0.27 | -0.09 | 0.19 | -0.29 | -0.83 ** | -0.32 | -0.64 ** | -0.73 ** |
| Cenizas | -0.41 * | -0.28 | 0.05 | -0.22 | 0.28 | 0.84 ** | 0.30 | 0.62 ** | 0.72 ** |
| Proteína Cruda | -0.59 ** | -0.39 * | -0.17 | -0.29 | 0.43 ** | 0.92 ** | 0.56 ** | 0.51 ** | 0.95 ** |
| FDN | 0.50 ** | 0.54 ** | 0.001 | 0.57 ** | -0.31 | -0.52 ** | -0.37 * | 0.16 | -0.65 ** |
| FDA | 0.56 ** | 0.04 | -0.55 ** | 0.02 | -0.41 * | -0.67 ** | -0.49 ** | -0.06 | -0.69 ** |
| Celulosa | 0.53 ** | 0.20 | -0.35 * | 0.19 | -0.18 | -0.28 | -0.45 ** | 0.29 | -0.41 * |
| Hemicelulosa | -0.40 * | 0.29 | 0.70 ** | 0.34 * | 0.33 | 0.52 ** | 0.39 * | 0.17 | 0.47 ** |
| Lignina | 0.26 | -0.15 | -0.47 ** | -0.19 | -0.43 ** | -0.75 ** | -0.26 | -0.44 ** | -0.63 ** |
| Cenizas Insolubles | 0.63 ** | -0.05 | -0.44 ** | -0.07 | -0.37 ** | -0.48 ** | -0.49 ** | -0.01 | -0.53 ** |

** (P<0.01); * = (P<0.05). FDN =Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

El estado de madurez afecta el contenido de minerales en los forrajes. Las plantas consumen más eficientemente los minerales durante los primeros estados de crecimiento y gradualmente el contenido de materia seca aumenta más rápidamente que el consumo de minerales ocasionando que la concentración de minerales disminuya (Flemming, 1973). Esto parece ser el efecto que prevalece en los minerales con respecto a los componentes de la pared celular.

Para bovinos de carne, en crecimiento, hembras al inicio de la lactancia así como para ovinos, los tallos de los zacates de invierno y Nueces en primavera cubren lo necesario de Ca para su nutrición; los zacates en invierno, Nueces y Llano en primavera, pueden aportar satisfactoriamente el nivel necesario de K para los ovinos. Los zacates en invierno y Llano en primavera proveen K a bovinos de carne en crecimiento y al inicio de la lactancia. Los tallos del Común en invierno aportan Mg suficiente para bovinos de carne en crecimiento y para ovinos. Los forrajes de invierno proveen el Na requerido por el ganado bovino de carne en iniciación; Común y Llano en invierno el correspondiente para ovinos y para hembras al inicio de la lactancia (ver Tabla 11 y cuadro 1).

Los forrajes que presentaron deficiencias para la dieta requerida por el ganado bovino y ovino bajo diversas características de su desarrollo fueron el Común en primavera y los de verano, pues no cubren las proporciones de K; para los bovinos de leche ningún zacate aporta lo requerido en Ca; ninguna variedad de zacate en las estaciones logró esa condición para el Zn (McDowell, 1997).

4.2.2. Microminerales determinados en los tallos de los zacates

Los niveles presentados en las concentraciones de los microminerales (mg/kg) en los tallos, como Cu, Fe, Mn y Zn mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre las estaciones y variedades de zacates. Las concentraciones que resultaron más elevadas en su fracción tallos correspondieron a Común en verano para todos los elementos traza. Mientras que las concentraciones más bajas fueron para Cu, Fe y Zn para Nueces en primavera y para Mn en el Común de la misma estación. Las medias estacionales obtenidas de las concentraciones de los microminerales fueron: Para Cu 2.8 mg/kg; para Fe 106.1

mg/kg, para Mn 28.5 mg/kg y la media de Zn fue de 35.6 mg/kg. La estación de verano presentó los valores más altos en las concentraciones de los microminerales (Tabla 11)

La PC de los tallos tuvo un efecto positivo en las concentraciones de Cu, Fe Mn, Zn Sin embargo, la FDN, FDA, lig presentaron una correlación negativa sobre la concentración de. Por el contrario las fracción de la pared celular de los tallos como FDN, FDA y Lig, presentaron una correlación negativa sobre el Cu, Fe, Mn y el Zn (Tabla 12).

Se presentan concentraciones promedio de Cu (mg/kg) para los tallos en el Común durante la primavera (4.52) y en verano (2.02); niveles que son mayores sólo en primavera del presente estudio. Las concentraciones de Fe estimadas por Parra-Meléndez (1998) en primavera (69.2 mg/kg) y verano (50.2 mg/kg) no superaron lo registrado en esta evaluación estacional. Los datos de Mn que presenta, en primavera (28.53) y verano (11.7) indican que sólo la primera fue más elevada para invierno y primavera al compararlos con los de este estudio. Niveles de concentración de Zn para tallos de Común (56.08 y 41.27 mg/kg) en primavera y verano respectivamente, contrastan notablemente con los registrados en verano (73.8) para esta tesis, aunque no fue así en invierno y primavera.

Los resultados mostrados (mg/kg) por Salinas-Lucero (1999) en otoño para tallos de Común (4.3), Nueces (3.8) y Llano (4.2), no superaron al Común y Nueces en verano en su concentración de Cu. Situación similar se observa en los datos que determinan niveles de Fe (mg/kg) para Común (80.6), Nueces (91.5) y Llano (80.4), en los que resultan más altos para primavera y para Nueces y Llano de invierno. A pesar de los valores de Mn (mg/kg) registrados en el Común (23.6), Nueces (23.2) y Llano (28.3) no superaron a los obtenidos en este reporte para Nueces y Llano en invierno ni a los de Común y Nueces en verano. Las evaluaciones de Zn determinadas en las mismas variedades de zacates muestran niveles inferiores para las estaciones (excepto Llano en invierno) en este estudio.

Los zacates Común y Nueces, en verano, satisfacen los requerimientos de Cu para ganado bovino de carne, en crecimiento y en lactancia. Nueces en primavera es el único que presenta la cantidad óptima de Fe para los ovinos, pero presenta deficiencias para bovinos de carne en crecimiento y en lactancia (McDowell, 1997). Los forrajes en invierno

(Nueces y Llano) y verano (Común, Nueces y Llano) completan satisfactoriamente lo requerido en **Mn** para nutrición de ovinos, bovinos de carne en crecimiento, así como para las hembras al inicio de la lactancia. El Común y Nueces en verano proveen los niveles de **Zn** requeridos por el ganado bovino y ovino, el Común (invierno y primavera) y Llano (verano) aportan lo requerido para ovinos y bovinos de carne en crecimiento; además Nueces (invierno) y Llano (invierno y primavera) sólo cubren lo necesario para ovinos (ver Tabla 11 y Cuadro 1).

La interacción valor nutritivo y concentración de minerales determinados en los tallos de los zacates mostró diferencias en su comportamiento. Hubo cierta tendencia a incidir de manera positiva, la PC y cenizas en algunos macrominerales (**Mg** y **P**) y en todos los microminerales (**Cu**, **Fe**, **Mn**, **Zn**). Por otra parte, la tendencia contraria o negativa fue para la pared celular (FDN, FDA, Cel) con respecto al **P** y a los microelementos. También Lig y las Cia, influyeron negativamente en los macrominerales (**K**, **Mg**, **Na** y **P**) y en todos los elementos traza (Tabla 12).

Similar comportamiento pero con más énfasis en los microelementos sucede en el estudio desarrollado por Reyna-Garza, (1999), trabajando muestras de los mismos zacates durante el otoño. Los efectos de tipo climático como son las precipitaciones pluviales y oscilaciones en las temperaturas, como las registradas durante las épocas de invierno y primavera (ver Figura 1), pudieron haber modificado la concentración de minerales debido posiblemente a cambios en el pH del suelo en donde se han observado disminuciones en las concentraciones de **Mn** y **Mo** por pequeños incrementos en él (Underwood, 1981). En cambio el **Zn** y el **Cu** pueden disminuir ligeramente al incrementarse el pH del suelo. Además del efecto de la madurez en el forraje, los cambios climáticos pueden influir en los niveles de concentración altos o bajos de los minerales en el suelo (Spears, 1994).

4.2.3. Digestión ruminal y degradabilidad de la materia seca de los tallos de los zacates

Las fracciones de materia seca rápidamente soluble **a**, la degradable en el rumen **b**, la potencialmente degradable **a+b**, la tasa de degradación / h **c**, y la degradabilidad efectiva

Tabla 13. Digestión ruminal y degradabilidad efectiva de la materia seca de los Tallos de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados durante tres estaciones del año en el municipio de Martín, Nuevo León en 1999.

| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | | | | | | | | | | | |
| a | 16.1 | 8.3 | 13.9 | 15.4 | 15.6 | 17.3 | 25.5 | 23.0 | 10.0 | 16.1 \pm 0.4 | *** |
| b | 17.9 | 22.5 | 11.0 | 42.4 | 47.9 | 26.5 | 52.9 | 48.9 | 41.3 | 34.6 \pm 1.4 | *** |
| a + b | 34.0 | 30.8 | 24.9 | 57.8 | 63.5 | 43.8 | 78.4 | 71.9 | 51.2 | 50.7 \pm 1.6 | *** |
| c | 7.2 | 4.2 | 7.8 | 4.2 | 3.2 | 4.4 | 3.9 | 4.8 | 3.6 | 4.8 \pm 0.3 | *** |
| Lag time | 3.7 | 3.0 | 3.5 | 3.7 | 3.8 | 3.8 | 4.2 | 4.1 | 4.6 | 3.8 \pm 0.2 | N.S. |
| DEMS 5% | 24.9 | 17.1 | 19.5 | 31.4 | 31.0 | 27.4 | 44.0 | 42.4 | 23.5 | 29.0 \pm 0.3 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates \pm el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** ($P < 0.001$); N.S. = No significativo.

Parámetros: a = fracción de Materia Seca (%) perdida durante el lavado; b = Fracción de Materia Seca (%) degradada; a + b = fracción de la Materia Seca (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Materia Seca (%7h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la materia Seca en horas; DEMS 5% = Degradabilidad efectiva de la materia seca con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

de MS de los tallos de los zacates, fueron diferentes ($P < 0.001$), excepto el Lag time. La fracción *a* resultó más elevada para Común de verano y menor para Nueces de invierno, la *b* fue mayor para Común de verano y menor para Llano de invierno; para *c* le correspondió el nivel más alto a Llano en invierno mientras que a Nueces de primavera el menor valor y para lag time el Llano de verano obtuvo el valor mayor y para Nueces resultó el menor. La fracción *a+b* fue más alta para Común de verano y más baja ($P < 0.001$) durante invierno para Llano. En este parámetro se registró una media general de 50.7% y siendo para el verano los más altos. La DEMS 5%/h obtuvo su máximo en verano en el Común y el mínimo para Nueces en invierno ($P < 0.001$). El promedio general fue de 29.0% mientras que la estación que presenta los valores más altos corresponde a verano representada por Común y Nueces (Tabla 13).

Los porcentajes para los parámetros *a+b* y DEMS obtenidos por Cornejo-Treviño, (1998) para Común tallos (32.6% y 24.9% respectivamente) resultaron inferiores a los reportados en el presente estudio para todas las estaciones. Sin embargo, Reyna-Garza, (1999) estudiando los mismos factores y zacates en otoño, obtuvo para Común (58.8 y 31.9), para Nueces (73.4 y 31.0) y para Llano (51.6 y 27.3), observándose diferencias y resultando con valores superiores en el primer factor únicamente el Común de verano y para el segundo los zacates Nueces y Llano (primavera) y Común y Nueces (verano). El análisis de correlación entre el valor nutritivo y las características de degradabilidad de MS, mostraron que para la fracción *a+b* y la DEMS interacción positiva con la PC; mientras que de manera negativa influyeron la FDN, FDA y lig. Los resultados anteriores demuestran que cuando un factor nutritivo, como la PC, a medida que aumenta su contenido, la DEMS también lo hace y por el contrario al aumentar los constituyentes de la pared celular (FDN, FDA, celulosa lignina) ocasiona que la DEMS disminuya repercutiendo en un bajo aprovechamiento nutricional para el ganado al consumir este tipo de forrajes (ver Tabla 14).

4.2.4. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de los tallos de los zacates

Tabla 14. Coeficiente de correlación Pearson entre el valor nutritivo y los parámetros de digestibilidad y degradabilidad efectiva de la materia seca del Tallo de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | a | b | a + b | c | DEMS 5% / h |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|-------------|
| Materia Orgánica | -0.67 ** | -0.55 ** | -0.65 ** | 0.15 * | -0.74 ** |
| Cenizas | 0.71 ** | 0.55 ** | 0.66 ** | -0.16 | 0.77 ** |
| Proteína Cruda | 0.79 ** | 0.63 ** | 0.75 ** | -0.14 | 0.86 ** |
| FDN | -0.70 ** | -0.79 ** | -0.85 ** | 0.36 * | -0.84 ** |
| FDA | -0.65 ** | -0.28 | -0.42 * | 0.17 | -0.61 ** |
| Celulosa | -0.32 | -0.22 | -0.27 | -0.08 | -0.34 * |
| Hemicelulosa | 0.38 * | -0.14 | -0.01 | 0.45 ** | 0.24 |
| Lignina | -0.67 ** | -0.21 | -0.36 * | -0.15 | -0.58 ** |
| Cenizas Insolubles | -0.39 * | -0.01 | -0.12 | -0.36 * | -0.32 |

** (P<0.01); * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Materia Seca (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Materia Seca (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Materia Seca (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Materia Seca (% / h); DEMS 5% = Degradabilidad efectiva de la materia seca con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

Tabla 14. Coeficiente de correlación Pearson entre el valor nutritivo y los parámetros de digestibilidad y degradabilidad efectiva de la materia seca del Tallo de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | a | b | a + b | c | DEMS 5% / h |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|-------------|
| Materia Orgánica | -0.67 ** | -0.55 ** | -0.65 ** | 0.15 * | -0.74 ** |
| Cenizas | 0.71 ** | 0.55 ** | 0.66 ** | -0.16 | 0.77 ** |
| Proteína Cruda | 0.79 ** | 0.63 ** | 0.75 ** | -0.14 | 0.86 ** |
| FDN | -0.70 ** | -0.79 ** | -0.85 ** | 0.36 * | -0.84 ** |
| FDA | -0.65 ** | -0.28 | -0.42 * | 0.17 | -0.61 ** |
| Celulosa | -0.32 | -0.22 | -0.27 | -0.08 | -0.34 * |
| Hemicelulosa | 0.38 * | -0.14 | -0.01 | 0.45 ** | 0.24 |
| Lignina | -0.67 ** | -0.21 | -0.36 * | -0.15 | -0.58 ** |
| Cenizas Insolubles | -0.39 * | -0.01 | -0.12 | -0.36 * | -0.32 |

** (P<0.01); * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Materia Seca (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Materia Seca (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Materia Seca (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Materia Seca (% / h); DEMS 5% = Degradabilidad efectiva de la materia seca con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

Las características de la digestibilidad así como la degradabilidad de la PC de los tallos de los zacates durante las diferentes evaluaciones estacionales mostraron valores diferentes significativamente entre ellos (Tabla 15). La fracción **a** del Común en primavera resultó mayor que la del Llano de verano que fue la menor; la variable **b** en verano para Nueces fue la que obtuvo el valor máximo mientras que también para Nueces pero de primavera resultó el valor mínimo. Para la fracción **c** el Nueces de invierno fue el más alto y para Común de primavera fue el más bajo; en el lag time para el Común en verano fue el valor más elevado y también para Común correspondió el más bajo pero en primavera.

En la fracción **a+b** de PC EN el Común resultó la estimación más alta y para Nueces el valor más bajo, ambos corresponden a primavera. Esta estación al parecer resultó más alta en el Común y Llano, de manera conjunta todas las estaciones obtuvieron una media de 59.2%. La DEPC obtuvo sus valores máximo para el Común en verano y para Llano le correspondió el menor. Con ello aparentemente los valores mayores correspondieron a la estación mencionada sobre todo a las variedades Común y Nueces. La media general obtenida para esta fracción durante las estaciones evaluadas fue de 44.2% (ver Tabla 15).

En el municipio de Linares, N.L., **Cornejo-Treviño (1998)** reportó resultados para las fracciones **a+b** (67.9%) y para DEPC (58.2%), estos valores sólo superan los datos de la estación de invierno para el presente trabajo. Por otra parte las determinaciones realizadas por **Reyna-Garza, (1999)** para los tallos de las tres variedades de zacates colectadas durante el otoño fueron inferiores al común de primavera y verano en el factor **a+b** así como al Común y Nueces de la estación de verano del presente estudio.

La PC influyó de manera positiva en la degradabilidad potencial de la PC y en la DEPC; sin embargo la FDN, FDA y lig, afectaron negativamente dichas fracciones de los tallos. Por lo tanto si el porcentaje de la DEPC obtenida de los zacates se eleva a medida que la PC se incrementa, los componentes de pared celular actúan de manera contraria, pues al incrementarse éstos, afectan en sentido contrario los niveles de la DEPC (ver Tabla 16).

Tabla 15. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de los Tallos del zacate buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año 1999.

| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | a | 26.4 | 40.3 | 26.4 | 49.0 | 23.9 | 37.8 | 42.8 | 37.1 | | |
| b | 26.7 | 17.5 | 20.2 | 36.8 | 11.7 | 14.5 | 37.0 | 38.6 | 30.4 | 25.9 ± 1.8 | *** |
| a + b | 53.0 | 57.8 | 48.1 | 85.8 | 35.7 | 52.3 | 79.8 | 75.7 | 44.9 | 59.2 ± 1.7 | *** |
| c | 5.4 | 10.1 | 5.6 | 2.1 | 8.5 | 7.1 | 5.8 | 7.6 | 7.1 | 6.6 ± 0.8 | ** |
| Lag time | 4.3 | 3.8 | 4.1 | 2.2 | 3.8 | 3.5 | 4.5 | 3.8 | 4.0 | 3.8 ± 0.2 | *** |
| DEPC 5% | 37.1 | 50.1 | 34.6 | 58.3 | 30.0 | 44.9 | 58.7 | 56.3 | 28.2 | 44.2 ± 0.4 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates ± el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** (P<0.001); ** (P<0.01).
 Parámetros: a = fracción de Proteína cruda (%) perdida durante el lavado; b = Fracción de proteína cruda (%) degradada; a + b = fracción de la proteína cruda (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la proteína cruda (%/h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la proteína cruda en horas; DEPC 5% = Degradabilidad efectiva de la proteína cruda con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

Tabla 16. Relación funcional entre el valor nutritivo, la digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda utilizando correlación simple; del Tallo de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | a | b | a + b | c | DEPC 5% / h |
|--------------------|---------|----------|----------|---------|-------------|
| Materia Orgánica | -0.23 | -0.53 ** | -0.47 ** | -0.17 | -0.49 ** |
| Cenizas | 0.26 | 0.50 ** | 0.47 ** | 0.19 | 0.52 ** |
| Proteína Cruda | 0.36 * | 0.79 ** | 0.72 ** | -0.14 | 0.65 ** |
| FDN | -0.08 | -0.60 ** | -0.42 * | 0.34 * | -0.26 |
| FDA | -0.24 | -0.70 ** | -0.58 ** | 0.39 * | -0.44 ** |
| Celulosa | 0.11 | -0.64 ** | -0.39 * | 0.59 ** | -0.12 |
| Hemicelulosa | 0.25 | 0.52 ** | 0.48 ** | -0.28 | 0.39 * |
| Lignina | -0.38 * | -0.34 * | -0.45 ** | -0.14 | -0.54 ** |
| Cenizas Insolubles | -0.26 | -0.78 ** | -0.64 ** | 0.64 ** | -0.42 * |

** (P<0.01); * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Proteína Cruda (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Proteína Cruda (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Proteína Cruda (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Proteína Cruda (% / h); DEPC 5% = Degradabilidad efectiva de la Proteína Cruda con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

4.2.5. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro de los tallos de los zacates

La digestibilidad y DEF DN en los tallos de los zacates evaluados estacionalmente mostraron diferencias significativas ($P < 0.001$), con la excepción del lag time. La fracción **a** en Nueces en verano fue el valor más alto y Llano en primavera el más bajo; **b** para el Común en verano obtuvo el nivel mayor, mientras que Llano en invierno con el menor nivel; la fracción **c** resultó para Llano en invierno con el valor más alto y Nueces en primavera con el más bajo; lag time en la estación de verano registró el valor máximo para Llano y en invierno los zacates Común y Nueces registraron el valor mínimo (Tabla 17).

La fracción **a+b** tuvo el máximo valor en el Común en verano, pero el mínimo fue para Nueces en primavera. La media general determinada estacionalmente para este factor fue de 41.3% y de acuerdo con las estimaciones, al parecer la época de verano presentó los valores máximos. La DEF DN presentó su nivel más alto durante el verano para el zacate Nueces y también para éste, resultó el menor pero en primavera. En verano se registraron los valores más altos en Común y Nueces y la media estacional fue de 22.3% (Tabla 17).

Durante el verano. Saucedo-San Miguel, (1998) estimó los valores para la fracción **a+b** (36.8%) y DEF DN (26.8%), en los tallos del Común; ambos valores coinciden con los de invierno en este estudio, pero son mayores para invierno y primavera. Sin embargo, en verano resultaron menores. Coincidiendo en parte a las estimaciones realizadas en otoño por Zermeño-Benítez (1999) para los factores **a+b** y DEF DN en los tallos de Común (59.2% y 29.3%), Nueces (58.5% y 29.1%) y Llano (41.6% y 25.6% respectivamente), solamente para verano resultaron inferiores (excepto Llano) y para invierno y primavera ofrecieron valores más elevados con respecto al presente estudio.

El análisis de correlación entre el valor nutritivo y la digestión de los constituyentes de la FDN, mostró valores significativos con excepción de la celulosa. En la **a+b**, y la DEF DN, la PC influyó positivamente. Mientras que los factores que tuvieron una correlación negativa fueron la FDN, FDA y Lig (Tabla 18).

Un mejor desarrollo vegetal de los pastos se observó durante el verano, que fue la época con una mayor precipitación pluvial previa a la colecta de dicho forraje (ver Figura

Tabla 17. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro presente en el Tallo de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | | | | | | | | | | | |
| a | 14.6 | 12.5 | 12.5 | 7.2 | 5.0 | 4.4 | 11.3 | 19.8 | 4.9 | 10.23 ± 0.3 | *** |
| b | 20.2 | 19.7 | 16.4 | 19.9 | 20.1 | 24.4 | 67.7 | 52.9 | 38.1 | 31.0 ± 1.3 | *** |
| a + b | 34.9 | 32.2 | 28.8 | 27.1 | 25.1 | 28.8 | 79.0 | 72.7 | 43.1 | 41.3 ± 1.4 | *** |
| c | 6.4 | 5.6 | 9.7 | 5.7 | 3.5 | 4.7 | 4.3 | 4.8 | 3.6 | 5.4 ± 0.6 | *** |
| Lag time | 3.2 | 3.2 | 3.5 | 4.4 | 4.1 | 3.6 | 4.5 | 4.4 | 4.9 | 4.0 ± 0.2 | N.S. |
| DEFDN 5% | 24.3 | 21.3 | 20.9 | 15.6 | 10.6 | 14.1 | 36.1 | 40.6 | 17.5 | 22.3 ± 0.3 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates \pm el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** (P<0.001); N.S. = No significativo.

Parámetros: a = fracción de fibra detergente neutra (%) perdida durante el lavado; b = Fracción de fibra detergente neutra (%) degradada; a + b = fracción de la fibra detergente neutra (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la fibra detergente neutra (%7h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la fibra detergente neutra en horas; DEF DN 5% = Degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutra con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

Tabla 18. Análisis de correlación simple entre el valor nutritivo y las características de digestión de los nutrientes de la fibra detergente neutro en el Tallo de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados a través de tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León.

| Factor | a | b | a + b | c | DEFDN 5% / h |
|--------------------|----------|----------|----------|---------|--------------|
| Materia Orgánica | -0.68 ** | -0.75 ** | -0.84 ** | 0.17 | -0.86 ** |
| Cenizas | 0.66 ** | 0.76 ** | 0.85 ** | -0.21 | 0.86 ** |
| Proteína Cruda | 0.54 ** | 0.90 ** | 0.94 ** | -0.17 | 0.89 ** |
| FDN | 0.07 | -0.68 ** | -0.58 ** | 0.46 ** | -0.34 * |
| FDA | -0.43 ** | -0.55 ** | -0.60 ** | 0.01 | -0.62 ** |
| Celulosa | -0.01 | -0.32 | -0.29 | 0.05 | -0.21 |
| Hemicelulosa | 0.59 ** | 0.27 | 0.40 * | 0.28 | 0.57 ** |
| Lignina | -0.67 ** | -0.53 ** | -0.65 ** | -0.02 | -0.76 ** |
| Cenizas Insolubles | -0.38 * | -0.33 | -0.39 * | -0.28 | -0.48 ** |

** (P<0.01), * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA =Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Fibra detergente neutro (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Fibra detergente neutro (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Fibra detergente neutro (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Fibra detergente neutro (% / h). DEF DN 5% = Degradabilidad efectiva de la Fibra detergente neutro con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

1); esto ocasiona que las plantas jóvenes o los rebrotes contengan menores niveles de pared celular lo cual tiene una influencia en un mejor aprovechamiento nutricional del forraje al aumentar su digestibilidad (Short, *et al.*, 1974). Lo cual coincide con los valores elevados de DEFND obtenidos en verano, con respecto a los reportados en las estaciones de invierno y primavera que fueron más bajos (Tabla 17).

4.3. Componentes nutricionales de las hojas de los zacates

Los componentes nutricionales de las hojas como la materia orgánica (MO), cenizas (Cen), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulosa (Cel), lignina (Lig) y cenizas insolubles (Cia) de las hojas, fueron altamente significativos ($P < 0.001$) entre estaciones y variedades de zacates, excepto la Hemi que no presentó significancia (Tabla 19). Los porcentajes más altos obtenidos para la MO y Lig, fue para Común en primavera; para Cen, el Nueces en verano; para PC, el Común en verano; en el contenido de FDN, el Llano en invierno; FDA, el Nueces y Llano en primavera y a Cel, correspondió al Llano en primavera; respecto a la Hemi, el Común en invierno y las Cia para Nueces en primavera ($P < 0.001$).

Los promedios más bajos que se presentaron para las diferentes variedades fueron: Para MO, FDN, FDA y Cel, para Nueces en verano, para Cen, el Común en primavera, PC, el Nueces en primavera, para Hemi, el Llano en primavera; en Lig, el Llano en verano y para el contenido Cia, el Común en verano. Los valores obtenidos estacionalmente fueron 88.6% para MO, 11.2% cenizas, 9.4% PC, 71.4% FDN, 42.9% FDA, 33.0% Cel, 28.8% Hemi, 3.8% Lig y las Cia obtuvieron 5.8% (ver Tabla 19).

En las hojas fueron registrados los valores más altos de PC durante la estación de verano (Tabla 19), probablemente como respuesta a las lluvias presentes en esa época, promoviendo así el rebrote de nuevas hojas en los zacates, estos niveles completan los requerimientos para caprinos en gestación (12% de PC/kg) y para cabras lactantes (14% de PC) de acuerdo con lo señalado por Fierro, y colaboradores (1989). Los niveles de PC más bajos se presentaron durante los meses de menor precipitación que fueron de enero hasta abril (ver Figura 1).

Tabla 19. Valor nutritivo (%) de las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|--------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | | | | | | | | | | | |
| MO | 91.4 | 88.9 | 89.5 | 92.6 | 89.3 | 88.6 | 85.4 | 83.6 | 89.4 | 88.6 ± 0.2 | *** |
| Cen | 8.6 | 11.1 | 10.5 | 7.2 | 10.7 | 11.4 | 14.6 | 16.4 | 10.6 | 11.2 ± 0.2 | *** |
| PC | 7.2 | 5.1 | 4.9 | 6.9 | 2.9 | 5.4 | 18.8 | 17.5 | 15.6 | 9.4 ± 0.1 | *** |
| FDN | 79.1 | 78.0 | 81.8 | 70.9 | 74.6 | 72.3 | 66.8 | 56.1 | 62.9 | 71.4 ± 1.7 | ** |
| FDA | 40.4 | 49.0 | 46.9 | 43.2 | 50.7 | 50.7 | 34.7 | 31.7 | 38.7 | 42.9 ± 6.1 | *** |
| Cel | 31.2 | 36.9 | 37.5 | 32.9 | 37.8 | 38.7 | 25.5 | 25.0 | 31.9 | 33.0 ± 0.6 | *** |
| Hemi | 38.7 | 29.0 | 34.9 | 27.8 | 23.9 | 21.5 | 35.1 | 24.4 | 24.2 | 28.8 ± 1.8 | N.S. |
| Lig | 4.2 | 4.2 | 3.5 | 6.0 | 4.3 | 5.6 | 2.6 | 2.5 | 1.7 | 3.8 ± 0.2 | *** |
| Cia | 4.5 | 8.0 | 5.6 | 4.3 | 9.1 | 6.8 | 3.8 | 4.1 | 5.9 | 5.8 ± 0.2 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates ± el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** (P<0.001); ** (P<0.01); N.S. = No significativo. MO = Materia orgánica; Cen = Cenizas; PC = Proteína cruda; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida; Cel = Celulosa; Hemi = Hemicelulosa; Lig = Lignina; Cia = Cenizas insolubles.

Valores altos de PC (13.8%) se obtuvieron durante la estación de primavera (Lozano-Cavazos, 1997) en las hojas del Común así como el porcentaje máximo para FDN (62.2) durante la primavera resultando menor (casi comparable) al Común de verano en el presente reporte. Por otro lado, la PC también de las hojas del Común colectado en otoño en linares, N. L., por Pérez-García (1997), resultó con niveles altos comparándolos con los estimados para el mismo zacate en verano en la presente evaluación. De manera similar, Cornejo-Treviño (1998), estimó porcentajes altos de PC (13.1) para las hojas del Común en el verano sobre todo al compararlos con invierno y primavera de este estudio; mientras que los niveles de FDN para el Común (hojas) resultaron elevados (82.9%) al cotejar con los datos de las estaciones evaluadas en el presente trabajo. Pero las determinaciones en verano resultaron más elevadas (6.7% de lignina) que todas las estaciones valoradas en esta investigación. Por otra parte, García de León (1997), reporta valores bajos de lignina (3.9%) para las hojas de Común que al cotejarse con los estimados en este estudio, resultan inferiores a los de invierno y primavera.

Sin embargo, Reyna-Garza, (1999), estimó en la época de otoño niveles de PC más bajos para las hojas de Común (9.9), Nueces (5.5) y Llano (8.5), pero aún con esto, lograron superar los datos estimados en las estaciones de invierno y primavera del presente estudio. Porcentajes elevados de pared celular para las hojas del Común (70.9), Nueces (74.6) y Llano (72.3), fueron superiores únicamente a los de la época de verano y los valores promedio de lignina del Común (4.9%), Nueces (3.8%) y Llano (4.3%) en esta misma área de estudio; concretamente estos datos resultaron más altos que aquellos de la estación de verano e invierno para todos los zacates, excepto el Nueces en invierno y en primavera (Tabla 19).

De acuerdo con los valores obtenidos es posible que durante las estaciones de invierno y primavera, se registren los niveles más altos de FDN (Cel, Hemi, Lig, Cia) en las hojas, debido a que en esos periodos de las colectas (enero a abril) hubo escasez de lluvias (ver Figura 1), lo que permitió que se acumularan en mayor proporción estos componentes en la pared celular de las hojas.

4.3.1. Macrominerales determinados en las hojas de los zacates

Los niveles presentados en las concentraciones de los macrominerales de las hojas, como **Ca**, **K**, **Mg**, y **P** (g/kg) entre las estaciones y zacates mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$), excepto para el **Na** (Tabla 20). Las concentraciones de macrominerales que resultaron más altas en las hojas de los zacates fueron: Para **Ca**, en el Nueces en primavera; para **K**, Nueces en invierno; para **Mg**, el Común en invierno; para **Na**, en invierno la presentó Llano y para **P** durante el verano, Nueces obtuvo los niveles más altos. Los niveles más bajos fueron para **Ca** y **Mg** para Llano en invierno y **P** para Llano en invierno y además Nueces y Llano en primavera; **K** y **Na** para Llano en la estación de verano. Las concentraciones medias estacionales de los macrominerales de las hojas fueron para **Ca** 5.4 g/kg, **K** fue de 6.5 g/kg, **Mg** de 0.6 g/kg, **Na** 0.8 g/kg y la de **P** fue 0.5 g/kg (ver Tabla 20).

Las concentraciones de **Ca** y **P** más elevadas por estación resultaron para verano. Sin embargo, los niveles más altos de **K**, **Mg** y **Na** correspondieron a la estación de invierno. El estado de madurez de los pastos afecta el contenido de minerales. Las plantas incorporan más eficientemente los minerales durante los primeros periodos de crecimiento y gradualmente el contenido de materia seca aumenta más rápidamente que la administración de minerales, ocasionando que la concentración de minerales disminuya (Flemming, 1973). Por el contrario, una mayor acumulación de minerales (**K**, **Mg**, **Na**) se presentó durante el invierno atribuible posiblemente a una mayor proporción de pared celular en esta época; esto parece ser el efecto que prevalece en los minerales con respecto a los componentes de la pared celular.

La PC tuvo una correlación negativa sobre la concentración de **K** y **Na**. La FDN y Lig en la de **P**. Lo que indica que al haber un aumento en estos nutrientes las concentraciones de los minerales disminuyen concomitantemente. Por otro lado, la PC tuvo un efecto positivo en la concentración de **P**; la FDN y Lig, en la de **K** y **Na** (Tabla 21), de manera que al haber elevados niveles de nutrientes en los zacates durante épocas como el verano (PC) y en invierno (FDN), los niveles de estos minerales tienden a aumentar y viceversa (Tabla 21).

Tabla 20. Concentración de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg) presentes en las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León a través de tres estaciones del año durante 1999.

| | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | Sig. |
|---------------|--------------------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|-------------------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | |
| | $\bar{x} \pm E.E.$ | | | | | | | | | |
| MACRO MINERAL | | | | | | | | | | |
| Ca | 5.5 | 5.7 | 3.8 | 4.6 | 7.7 | 4.3 | 6.7 | 7.0 | 4.1 | 5.4 ± 0.3 *** |
| K | 9.2 | 9.3 | 7.1 | 7.0 | 6.4 | 8.8 | 4.0 | 3.6 | 3.3 | 6.5 ± 0.4 *** |
| Mg | 1.5 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 ± 0.05 *** |
| Na | 1.1 | 0.9 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.8 ± 0.1 N.S. |
| P | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.2 | 0.2 | 0.9 | 1.0 | 0.8 | 0.5 ± 0.1 *** |
| MICRO MINERAL | | | | | | | | | | |
| Cu | 3.3 | 1.5 | 3.1 | 1.9 | 1.2 | 1.4 | 13.7 | 12.8 | 9.7 | 5.4 ± 0.2 *** |
| Fe | 281.4 | 223.7 | 142.4 | 195.1 | 180.8 | 130.9 | 718.1 | 632.1 | 288.1 | 310.3 ± 321.2 *** |
| Mn | 50.9 | 56.8 | 50.7 | 40.2 | 27.3 | 20.4 | 100.8 | 95.4 | 73.8 | 57.4 ± 2.1 *** |
| Zn | 29.0 | 20.6 | 33.1 | 44.2 | 38.5 | 39.3 | 54.3 | 51.3 | 60.8 | 41.2 ± 2.3 ** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates ± el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** ($P < 0.001$); ** ($P < 0.01$); N.S. = No significativo.

Parra-Meléndez (1998) evaluando las hojas del Común en las estaciones de primavera y verano en Linares, N. L. Obtuvo niveles de Ca más altos (verano) con respecto a los estimados en invierno y primavera del presente trabajo y casi similar para el verano. Las concentraciones promedio más elevadas para K en primavera (3.44) y verano (3.37) mostraron ser inferiores a todas las estaciones en base a lo cotejado en el presente trabajo. Las concentraciones de Mg (g/kg) en la primavera (0.83) y el verano (1.38) lograron rebasar los niveles encontrados en las correspondientes estaciones para este trabajo. Los niveles para Na registrados en las hojas del Común durante la primavera (6.5) y verano (12.58) fueron más elevadas para todas las estaciones que se evaluaron durante el presente reporte. Solamente para el Común (primavera y verano) resultaron más altos en niveles de concentración obtenidos en este estudio para P confrontados con los presentados por **Parra-Meléndez (1998)**, en primavera (0.67) más no para verano (2.07) ya que superó a todas las estaciones

Por otra parte, **Salinas-Lucero (1999)** evaluó en otoño a los zacates Común, Nueces y Llano determinando concentraciones de Ca (2.8 g/kg, 2 g/kg y 1.5 g/kg respectivamente) resultando inferiores a los de las estaciones evaluadas en este trabajo. Pero estimando el K en la hojas del Común, Nueces y Llano obtuvo niveles marcadamente elevados (25.4 g/kg, 23.9 g/kg y 30.7 g/kg como corresponden) a aquellos determinados en este estudio. En cambio al analizar contenidos de Mg en Común (1.4), Nueces (1.1) y Llano (1.0) resultaron con niveles más altos a todas las variedades y estaciones, excepto el Común (invierno) que fue mayor a las concentraciones reportadas. Sin embargo, la valoración de Na realizada, no resultó mayor a la estimada en el transcurso de las estaciones para los zacates del presente estudio ya que ella registró en el Común (0.2 g/kg), en Nueces (0.2 g/kg) y para Llano (0.3 g/kg). Por el contrario, el P en el Común (0.8), Nueces (0.6) y Llano (0.5) muestran niveles inferiores sólo en verano para las mismas variedades evaluadas en esta investigación.

Los resultados obtenidos en las hojas de los zacates durante los períodos de evaluación estacional cubren a satisfacción los mínimos de Ca requeridos para bovinos de carne, en crecimiento y finalización, para las hembras al inicio de la lactancia así como para ovinos, pero para los bovinos de leche el Llano es ligeramente deficiente (**McDowell, 1997**). Común y Nueces de invierno cubren satisfactoriamente las proporciones de K para

el desarrollo de rumiantes en las condiciones señaladas. Mientras que Llano (invierno), los zacates en primavera, no satisfacen lo necesario para los bovinos de leche; el Nueces (primavera) para bovinos en lactancia y ninguno de los zacates (verano) contienen la concentración mínima necesaria para las condiciones de desarrollo del ganado. El buffel Común de invierno completa lo requerido por bovinos de carne en crecimiento y para ovinos, mientras que los demás zacates y para el resto de las estaciones presentan deficiencias de **Mg** para cubrir el mínimo requerido para las dietas del ganado. Común y Nueces de invierno proveen lo mínimo de **Na** necesario para la nutrición óptima de bovinos y ovinos. Nueces (invierno) y Común (primavera) mostraron deficiencias para bovinos hembras al inicio de la lactancia; Nueces y Llano de primavera, así como todas las variedades evaluadas para verano resultaron deficientes en su concentración de **Na** principalmente para ovinos y para bovinos hembras al inicio de la lactancia (McDowell, 1997). Los forrajes evaluados en esta región durante las diferentes estaciones del año no contienen minimamente lo requerido en **P** para la dieta del ganado bovino y ovino bajo diversas características de su desarrollo (ver Tabla 20 y Cuadro 1).

4.3.2. Microminerales determinados en las hojas de los zacates

Los niveles presentados en las concentraciones de los microminerales como **Cu**, **Fe**, **Mn** y **Zn** (mg/kg) entre las estaciones y zacates presentaron diferencias significativas ($P < 0.001$). Las concentraciones que resultaron más elevadas para los microelementos en su fracción hojas fueron: para **Cu**, **Fe**, **Mn** en el Común en verano y para **Zn** se presentó en verano también y correspondieron a Llano. Las concentraciones más bajas las obtuvieron para **Cu** el Nueces en primavera, para **Fe** y **Mn** el Llano de primavera y en **Zn** le correspondió al Nueces en invierno. Las medias estacionales obtenidas en mg/kg para los microminerales fueron para el **Cu** 5.4; en el **Fe** 310.3, para **Mn** de 57.4 y en **Zn** fue de 41.2. La estación de verano presentó los promedios más altos en las concentraciones de los microminerales (Tabla 20).

La PC presentó una correlación positiva en los niveles de **Cu**, **Mn** y **Zn**. Esto quiere decir que si los niveles de PC se presentan elevados, los microelementos incrementan su concentración. Sin embargo, la FDN y Lig presentaron una correlación negativa para **Cu**,

Mn y Zn; por lo cual las concentraciones de estos elementos traza disminuyen al aumentar los contenidos de la pared celular como sucede durante las estaciones de invierno y primavera (Tabla 21).

Concentraciones promedio de **Cu** (mg/kg) para hojas de Común, durante primavera y verano registraron 7.4 y 2.88 respectivamente, lo que indica que dichas estimaciones no superaron a la estación de verano del presente reporte y para invierno fue mayor en primavera. Los niveles de **Fe** en las estaciones de primavera (140 mg/kg) y verano (175.4 mg/kg) reportados por **Parra-Meléndez (1998)** resultaron para el Común inferiores a todas las estaciones del presente reporte. Además, el nivel de concentración de **Mn** para las hojas del Común en Linares, N. L., para primavera (52.6 mg/kg) y verano (39.6 mg/kg) denotan valores más altos en primavera (para estación de verano) y en verano (las tres estaciones). Respecto a **Zn** durante las épocas de primavera (61.4 mg/kg) y verano (30.5 mg/kg) encontró que los registros de primavera superaron a los estimados para Común en invierno, primavera y verano de este estudio y los de verano fueron más altos al de invierno.

Sin embargo **Salinas-Lucero (1999)** reporta para otoño elevadas concentraciones de **Cu** para hojas del Común (7.1), Nueces (4.0) y Llano (7.4) sobre todo para las de invierno y primavera, obtenidas en este estudio, con la excepción de verano que superó de manera importante a los cálculos citados. Una situación contrastante es la que presentan los niveles de **Fe** para Común (106.4 mg/kg), Nueces (108.3 mg/kg) y Llano (89.1 mg/kg) que resultan menores a los cálculos mínimos estacionales obtenidos en este estudio. Por otra parte los resultados de **Mn** (mg/kg) para Común (42.5), Nueces (39.1) y Llano (42.4) indicaron valores inferiores en todas sus variedades para la primavera. La concentración de **Zn** en Común (33.1), Nueces (23.0) y Llano (21.2) ofrece datos importantes, ya que los únicos zacates que fueron superados mínimamente fueron Común y Nueces en invierno.

Las deficiencias presentadas por las hojas en invierno y primavera no satisfacen los niveles mínimos de **Cu**; sin embargo el **Fe** si completa satisfactoriamente los requerimientos para la dieta de bovinos de carne en crecimiento y en lactancia, así como para ovinos (**McDowell, 1997**). El **Mn** provee satisfactoriamente los requerimientos nutricionales para ovinos y bovinos de carne en crecimiento y para las hembras al inicio de

Tabla 21. Correlación lineal simple entre el valor nutritivo y la concentración de minerales presentes en las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados durante tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León.

| | Ca | K | Mg | Na | P | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--------------------|-------|----------|---------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|
| Materia Orgánica | -0.29 | 0.57 ** | 0.35 * | 0.41 * | -0.41 * | -0.74 ** | -0.17 | -0.68 ** | -0.40 * |
| Cenizas | 0.29 | -0.57 ** | -0.35 * | -0.41 * | 0.41 * | 0.74 ** | 0.17 | 0.68 ** | 0.40 ** |
| Proteína Cruda | -0.02 | -0.81 ** | -0.03 | -0.46 ** | 0.83 ** | 0.98 ** | 0.06 | 0.94 ** | 0.76 ** |
| FDN | -0.12 | 0.71 ** | 0.26 | 0.63 ** | -0.72 ** | -0.73 ** | 0.12 | -0.59 ** | -0.81 ** |
| FDA | -0.07 | 0.14 | -0.15 | -0.14 | -0.10 | -0.11 | 0.02 | -0.09 | -0.20 |
| Celulosa | -0.15 | 0.66 ** | -0.23 | 0.34 * | -0.81 ** | -0.88 ** | -0.04 | -0.86 ** | -0.61 ** |
| Hemicelulosa | -0.09 | 0.16 | 0.58 ** | 0.48 ** | -0.04 | 0.62 | 0.26 | 0.22 | -0.36 * |
| Lignina | -0.03 | 0.72 ** | 0.14 | 0.34 * | -0.44 ** | -0.78 ** | -0.24 | -0.78 ** | -0.48 ** |
| Cenizas Insolubles | 0.31 | 0.35 * | -0.38 * | 0.12 | -0.64 ** | -0.59 ** | -0.19 | -0.59 ** | -0.38 * |

** (P<0.01); * = (P<0.05). FDN =Fibra detergente neutro; FDA =Fibra detergente ácida.

la lactancia. Para **Zn**, los zacates en su fracción hojas en verano y el Común en primavera cubren lo necesario para las dietas de ovinos y bovinos en desarrollo; mientras que Común y Nueces (invierno) no lo cubren. Además Llano (invierno y primavera) y Nueces (primavera) no satisfacen lo mínimo para bovinos hembras al inicio de la lactancia (ver Tabla 20 y Cuadro 1).

La influencia del valor nutritivo con respecto a la presencia de algún elemento mineral (macro y microminerales) determinado en las hojas en los diferentes zacates se manifestó de forma variable. Se observó una tendencia a influir positivamente por parte de las Cen, y PC sobre el **P** y los microelementos; la FDA y la FDN para **Fe** y la Hemi para algunos microelementos como **Cu**, **Fe** y **Mn**. Por el contrario una correlación negativa la presentaron la MO, FDN, FDA, Cel, Lig y las Cia para el **P** y **Ca** y los elementos traza **Cu**, **Fe**, **Mn**, **Zn** (excepto FDN y FDA para **Fe**). De manera muy parecida trabajando muestras de los mismos variedades colectadas durante el otoño, fue el resultado obtenido en los análisis elaborados por **Zermeño-Benítez (1999)** en referencia al **P** y a los microminerales.

4.3.3. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la materia seca de las hojas de los zacates

Los parámetros de digestibilidad y degradabilidad efectiva de MS para los zacates durante todas las estaciones del año valoradas resultaron diferentes significativamente ($P < 0.001$), con excepción de la tasa de degradación de MS. La fracción a fue mayor para Común en verano y menor para Nueces en invierno; para b le correspondió el nivel más alto a Nueces en primavera y el más bajo a Llano en invierno; para c el nivel más alto fue para Llano en verano, mientras que al Común en invierno le correspondió el menor valor y para Lag time el zacate Llano de primavera obtuvo el valor máximo y el Común en primavera resultó con el valor mínimo (Tabla 22).

La a+b resultó mayor para Nueces en verano y menor para Llano en invierno. Para esta fracción resultó una media general de 82.6% y en verano presentó los mayores porcentajes (Común y Nueces) de acuerdo con las estimaciones más altas logradas. La DEMS, alcanzó los máximos en verano para Común y Nueces ($P < 0.001$). Este parámetro registró un promedio general de 42.6% y en verano, presentó valores más altos (Tabla 22).

Tabla 22. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la materia seca de las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en diferentes estaciones del año en el municipio de Marín, Nuevo León durante 1999.

| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | | | | | | | | | | | |
| a | 17.2 | 13.3 | 16.0 | 24.2 | 21.5 | 26.6 | 36.4 | 33.5 | 20.6 | 23.3 ± 0.5 | *** |
| b | 58.4 | 56.5 | 43.7 | 55.1 | 74.2 | 62.8 | 58.0 | 62.9 | 61.9 | 59.3 ± 1.6 | *** |
| a + b | 75.5 | 69.8 | 60.5 | 79.3 | 95.7 | 89.4 | 94.4 | 96.5 | 82.5 | 82.6 ± 1.5 | *** |
| c | 3.0 | 3.5 | 3.5 | 3.3 | 3.1 | 3.4 | 3.1 | 3.6 | 3.7 | 3.3 ± 0.2 | N.S. |
| Lag time | 4.0 | 4.2 | 3.6 | 3.4 | 3.5 | 4.7 | 3.9 | 4.5 | 4.2 | 4.0 ± 0.2 | ** |
| DEMS 5% | 35.0 | 32.1 | 31.3 | 42.6 | 45.4 | 46.5 | 54.5 | 54.5 | 41.9 | 42.6 ± 0.3 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates ± el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** (P<0.001); ** (P<0.01); N.S. = No significativo.

Parámetros: a = fracción de Materia Seca (%) perdida durante el lavado; b = Fracción de Materia Seca (%) degradada; a + b = fracción de la Materia Seca (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Materia Seca (%7h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la materia Seca en horas; DEMS 5% = Degradabilidad efectiva de la materia seca con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

La degradabilidad de la dieta, que representa un valor nutricional importante del forraje, tuvo una tendencia similar al contenido de proteína de acuerdo con su correlación significativa positiva. Los valores de degradabilidad obtenidos, pueden ser también atribuibles a los más bajos niveles de lignina presentados también en verano, que es un componente de la pared celular (fibra) que se sabe afecta la actividad microbiana en el rumen. Comportamiento similar ocurre en la digestibilidad de la dieta de caprinos ramoneando las hojas del matorral espinoso en el este de N. L., (Fierro *et al.*, 1989).

Las fracciones **a+b** y DEMS estimadas para las hojas de Común durante el verano (Cornejo-Treviño, 1998) registraron porcentajes muy inferiores a los obtenidos en este estudio para todas las estaciones y los zacates. Sin embargo, Reyna-Garza, (1999) determinó para Común (79.4% y 43.8%), para Nueces (95.8% y 45.4%) y para llano (79.2% y 47.8%) las mismas fracciones **a+b** y DEMS respectivamente. Estos valores superaron a los obtenidos en invierno y primavera para los zacates (para **a+b**). Nueces (primavera), Común y Nueces (verano) presentaron niveles superiores respecto a DEMS.

La interacción entre la composición química del forraje y la degradabilidad de MS, indican para **a+b** y DEMS un efecto positivo con la PC. Sin embargo, los componentes que influyeron negativamente sobre estos factores, fueron la FDN, que forma parte de los constituyentes de la pared celular, lo cual quiere decir que cuanto mayor sean los componentes de la pared celular (FDN, Cel, Hemi y Lig) menor será la DEMS. Por el contrario cuando los niveles de PC aumentan la DEMS es más alta (Tabla 23).

De acuerdo con los resultados sobre DEMS, existen diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre las variedades de zacates. Es probable que la DEMS haya sido más elevada en la estación de verano, debido al menor contenido de fibra en las hojas de los zacates (ver Tabla 19), como sucede en las arbustivas de la región (Ramírez *et al.*, 1997), ocasionando con respuesta al crecimiento vegetativo y acumulación de nutrientes originada por las precipitaciones importantes durante los meses de mayo y junio de 1999, así como también a la temperatura constante registrada durante esos meses (ver Figura 1).

Tabla 23. Coeficiente de correlación Pearson entre el valor nutritivo y los parámetros de digestibilidad y degradabilidad efectiva de la materia seca de las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | a | b | a + b | c | DEMS 5% / h |
|--------------------|----------|----------|----------|-------|-------------|
| Materia Orgánica | -0.68 ** | -0.18 | -0.53 ** | -0.15 | -0.67 ** |
| Cenizas | 0.68 ** | 0.18 | 0.53 ** | 0.15 | 0.67 ** |
| Proteína Cruda | 0.71 ** | 0.04 | 0.46 ** | 0.14 | 0.67 ** |
| FDN | -0.69 ** | -0.34 * | -0.64 ** | 0.22 | -0.75 ** |
| FDA | -0.03 | 0.12 | 0.06 | -0.21 | -0.03 |
| Celulosa | -0.68 ** | -0.05 | -0.45 ** | 0.05 | -0.62 ** |
| Hemicelulosa | -0.17 | -0.49 ** | -0.42 ** | -0.29 | -0.34 * |
| Lignina | -0.22 | 0.01 | -0.13 | -0.24 | -0.23 |
| Cenizas Insolubles | -0.50 ** | 0.39 * | -0.04 | 0.09 | -0.32 |

** (P<0.01); * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Materia Seca (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Materia Seca (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Materia Seca (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Materia Seca (% / h); DEMS 5% = Degradabilidad efectiva de la materia seca con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

4.3.4. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de las hojas de los zacates

Durante las estaciones del año en que se determinó la digestibilidad *in situ* así como la degradabilidad de la PC de las hojas de los zacates presentaron diferencias altamente significativas entre ellos ($P < 0.001$). Se observó que en la fracción a el Común en verano registró el valor más alto y Nueces en primavera el menor; para b el porcentaje mayor lo obtuvo Nueces (verano) y el menor fue para Llano (invierno). Para la fracción c el Común (invierno) registró el valor más alto mientras que Nueces (primavera) obtuvo el mínimo porcentaje y para Lag time al iniciar la degradación de la PC el valor más alto correspondió para el Común en verano y el más bajo a Nueces en primavera (Tabla 24).

La fracción a+b de la PC, registró su máximo en las hojas del zacate Nueces durante el verano y un mínimo que correspondió al Llano en invierno ($P < 0.001$). Esta fracción mostró una media general de 81.6% y al parecer el verano es la estación con mayor potencial de degradabilidad. Los niveles más altos ($P < 0.001$) en la DEPC fueron logrados por el buffel Común en invierno y los más bajos por Nueces en primavera, mientras que al parecer por los resultados obtenidos, la época de verano resultó con índices más elevados y el promedio para este factor fue de 58.9% (ver Tabla 24).

Durante el verano Cornejo-Treviño (1998), evaluó las hojas del Común obtuvo valores para las fracciones a+b (75.9%) y DEPC (68.5%), los cuales superaron los registros de la estación de invierno (la primera fracción); del invierno y primavera la segunda. Por otra parte las determinaciones realizadas por Reyna-Garza, (1999) para las hojas del buffel, estimó valores de a+b y DEPC para Común (83.5 y 65.6), Nueces (94.4 y 63.7) y para Llano (95.0 y 64.1) indicando que en el presente estudio, las evaluaciones de los mismos factores resultaron inferiores los zacates de invierno, Nueces y Llano (primavera) y Llano (verano) para la fracción a+b y para la DEPC el Común, Nueces, Llano (invierno); Común, Nueces (primavera) y Nueces, Llano en verano.

Los zacates Común y Nueces en verano obtuvieron los promedios más altos de DEPC (72.0% y 62.8% respectivamente), lo que determina que pueden ser consumidos por los rumiantes en mayor proporción que el resto de los forrajes evaluados, debido a que

Tabla 24. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda de las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año 1999.

| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | a | 36.9 | 51.3 | 44.0 | 53.5 | 31.3 | 51.3 | 56.9 | 43.5 | | |
| b | 34.7 | 27.8 | 27.1 | 30.4 | 48.0 | 31.5 | 34.3 | 51.2 | 38.3 | 35.9 ± 1.9 | *** |
| a + b | 71.5 | 79.1 | 71.1 | 83.9 | 78.7 | 82.7 | 91.2 | 94.7 | 81.7 | 81.6 ± 1.8 | *** |
| c | 6.7 | 4.7 | 4.3 | 2.7 | 1.5 | 6.3 | 6.0 | 4.3 | 4.7 | 4.6 ± 0.3 | *** |
| Lag time | 4.5 | 4.2 | 4.8 | 2.9 | 3.1 | 4.4 | 3.9 | 4.1 | 3.1 | 3.9 ± 0.3 | *** |
| DEPC 5% | 52.7 | 62.1 | 53.8 | 62.5 | 40.4 | 65.3 | 72.0 | 62.8 | 58.9 | 58.9 ± 0.3 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates \pm el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** (P<0.001).

Parámetros: a = fracción de Proteína cruda (%) perdida durante el lavado; b = Fracción de proteína cruda (%) degradada; a + b = fracción de la proteína cruda (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la proteína cruda (%7h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la proteína cruda en horas; DEPC 5% = Degradabilidad efectiva de la proteína cruda con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

Tabla 25. Relación funcional entre el valor nutritivo, la digestibilidad y degradabilidad efectiva de la proteína cruda, utilizando correlación lineal simple; de las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

| Factor | a | B | a + b | c | DEPC 5% / h |
|--------------------|---------|----------|----------|---------|-------------|
| Materia Orgánica | -0.15 | -0.48 ** | -0.67 ** | -0.17 | -0.39 * |
| Cenizas | 0.15 | 0.48 ** | 0.67 ** | 0.17 | 0.39 * |
| Proteína Cruda | 0.32 | 0.33 * | 0.64 ** | 0.30 | 0.59 ** |
| FDN | -0.15 | -0.57 ** | -0.76 ** | 0.04 | -0.39 * |
| FDA | -0.21 | -0.28 | -0.08 | 0.06 | 0.07 |
| Celulosa | -0.21 | -0.38 * | -0.58 ** | -0.21 | -0.47 ** |
| Hemicelulosa | 0.04 | -0.36 * | -0.38 * | 0.35 * | 0.03 |
| Lignina | 0.14 | -0.35 * | -0.24 | -0.15 | -0.10 |
| Cenizas Insolubles | -0.39 * | 0.24 | -0.31 | -0.36 * | -0.56 ** |

** ($P < 0.01$); * = ($P < 0.05$); FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Proteína Cruda (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Proteína Cruda (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Proteína Cruda (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Proteína Cruda (% / h); DEPC 5% = Degradabilidad efectiva de la Proteína Cruda con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

proporcionan una buena cantidad de PC a los microorganismos del rumen para su crecimiento y reproducción (ver Tabla 24). Variedades como el Común (62.5%) y Llano (65.3%) en primavera y Nueces (62.1%) en invierno, lograron niveles importantes de DEPC; es probable que puedan tener mayores niveles de proteína de paso, la cual es de mejor calidad que la proteína microbial que puede ser solubilizada y desdoblada en el abomaso y duodeno en forma de aminoácidos los cuales finalmente son absorbidos en el intestino (Neira, 1994). La respuesta de la PC en la fracción a+b de la PC y la DEPC, fue positiva; sin embargo, la FDN tuvo una correlación negativa (Tabla 25).

4.3.5. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro presente en las hojas de los zacates

Las fracciones de la digestibilidad y DEFDN de las hojas de los zacates valoradas durante varias estaciones del año tuvieron diferencias significativas ($P < 0.001$) entre estaciones y variedades. Para el factor a de FDN durante la estación de verano se presentaron el valor máximo para Nueces y el mínimo para Llano; la fracción b, obtuvo su más alto porcentaje para el Común en verano, mientras que el menor nivel lo presentaron las hojas del Nueces en primavera; la degradabilidad de la FDN c, en primavera obtuvo el valor más alto (Nueces) así como el más bajo en verano; el tiempo de retardo en la digestión presentó las tasas máxima y mínima en primavera para Común y Llano respectivamente (Tabla 26).

Las estimaciones más elevada y la mínima para FDN potencialmente degradable a+b, fueron registradas para Nueces en verano y en primavera. La media general fue de 69.6% ($P < 0.001$); según lo observado, en la primavera se aprecian los valores más altos. En la primavera, se determinó la tasa máxima para la DEFDN en el buffel Nueces y para Llano la mínima. Preferentemente Nueces y Común de verano representan a los que obtuvieron los máximos porcentajes de degradabilidad y con una media conjunta de 36.7% (Tabla 26).

Durante el verano Saucedo-San Miguel (1998), estimó los valores en las hojas del Común para la fracción a+b (72.4%) y para DEFDN (37.9%); estos cálculos difieren a las estimaciones realizadas en este estudio ya que estos fueron más altos para los parámetros

Tabla 26. Digestibilidad y degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro presente en las Hojas de los zacates buffel Común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados en el municipio de Marín, Nuevo León durante tres estaciones del año de 1999.

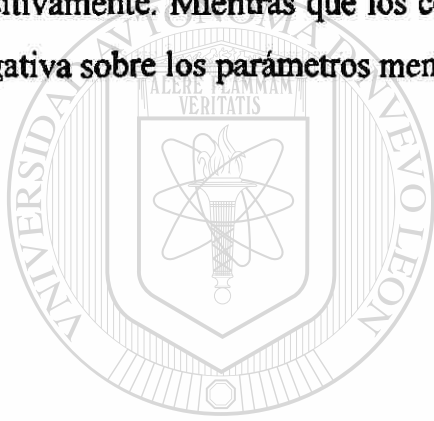
| Parámetro | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | $\bar{x} \pm E.E.$ | Sig. |
|-----------|----------|--------|-------|-----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------------------|------|
| | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | Común | Nueces | Llano | | |
| | | | | | | | | | | | |
| a | 21.3 | 16.6 | 16.3 | 16.5 | 16.1 | 21.0 | 20.7 | 27.4 | 10.7 | 18.5 ± 0.3 | *** |
| b | 54.3 | 45.6 | 41.4 | 48.4 | 38.1 | 41.0 | 76.6 | 70.4 | 43.8 | 51.1 ± 1.2 | *** |
| a + b | 75.5 | 62.2 | 57.8 | 64.9 | 54.2 | 62.0 | 97.3 | 97.8 | 54.5 | 69.6 ± 1.3 | *** |
| c | 3.2 | 5.5 | 4.6 | 3.7 | 6.0 | 5.6 | 3.0 | 2.8 | 4.1 | 4.3 ± 0.2 | *** |
| Lag time | 4.1 | 4.3 | 4.0 | 5.0 | 4.3 | 3.7 | 4.1 | 4.0 | 3.8 | 4.1 ± 0.2 | ** |
| DEFDN 5% | 38.5 | 35.8 | 32.6 | 32.3 | 32.8 | 39.1 | 44.1 | 48.1 | 27.0 | 36.7 ± 0.3 | *** |

$\bar{x} \pm E.E.$ = Media global de la interacción estación del año / zacates \pm el error estándar de la misma; Sig. = Nivel de significancia; *** (P<0.001); ** (P<0.01).

Parámetros: a = fracción de fibra detergente neutra (%) pérdida durante el lavado; b = Fracción de fibra detergente neutra (%) degradada; a + b = fracción de la fibra detergente neutra (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la fibra detergente neutra (%7h); Lag time = Tiempo de retardo en el inicio de la degradación de la fibra detergente neutra en horas; DEF DN 5% = Degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutra con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

mencionados durante invierno y verano. Por otro lado, las tasas para los factores a+b y DEFDN determinadas por Zermelo-Benítez (1999) en las hojas de los zacates Común (77.2% y 37.5%), Nueces (88.3% y 41.7%) y Llano (77.7% y 41.9%), resultaron para el primer factor más altos en invierno y primavera; para el verano, sólo fue mayor el Llano. El segundo parámetro, fue superior a los valores del Nueces y Llano (invierno), a todos los forrajes en primavera y solamente al Llano en verano (Tabla 26).

En el análisis de correlación respecto a como el valor nutritivo incide en las características de digestión de los constituyentes de FDN, mostró valores significativos con excepción de FDA, Lig y Hemi. En las fracciones a+b y DEFDN, las Cen y PC influyeron positivamente. Mientras que los componentes de la pared celular tuvieron una correlación negativa sobre los parámetros mencionados (Tabla 27).



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 27. Análisis de correlación simple entre el valor nutritivo y las características de digestión de los nutrientes de la fibra detergente neutra de las Hojas de los zacates buffel común (*Cenchrus ciliaris* L.) y los híbridos Nueces y Llano colectados a través de tres estaciones del año de 1999 en el municipio de Marín, Nuevo León.

| Factor | a | b | a + b | c | DEFDN 5% / h |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| Materia Orgánica | -0.59 ** | -0.66 ** | -0.69 ** | 0.27 | -0.74 ** |
| Cenizas | 0.59 ** | 0.66 ** | 0.69 ** | -0.27 | 0.74 ** |
| Proteína Cruda | 0.29 | 0.80 ** | 0.72 ** | -0.71 ** | 0.46 ** |
| FDN | -0.30 | -0.51 ** | -0.49 ** | 0.40 ** | -0.37 * |
| FDA | -0.12 | -0.05 | -0.07 | 0.24 | -0.03 |
| Celulosa | -0.45 ** | -0.88 ** | -0.83 ** | 0.83 ** | -0.57 ** |
| Hemicelulosa | 0.07 | 0.31 | 0.27 | -0.43 ** | 0.11 |
| Lignina | 0.04 | -0.43 ** | -0.33 * | 0.39 * | -0.12 |
| Cenizas Insolubles | -0.41 * | -0.70 ** | -0.68 ** | 0.89 ** | -0.42 * |

** (P<0.01); * = (P<0.05); FDN =Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácida.

Parámetros: a = fracción de Fibra detergente neutro (%) rápidamente soluble; b = Fracción de Fibra detergente neutro (%) degradable en el rumen; a + b = fracción de la Fibra detergente neutro (%) potencialmente degradable; c = tasa de degradación de la Fibra detergente neutro (% / h); DEF DN 5% = Degradabilidad efectiva de la Fibra detergente neutro con tasa de recambio ruminal del 5% / h (ARC, 1984).

V. CONCLUSIONES

Al parecer durante el verano las plantas resultaron con la composición química más elevada, comparada con las otras estaciones. Específicamente la proteína cruda tuvo su nivel más alto durante dicha estación, sin embargo los componentes de la pared celular resultaron con los valores más bajos también en el verano.

La degradabilidad efectiva de la MS, PC y FDN en todos los zacates también fueron más altos durante el verano. Aparentemente, la PC influyó positivamente y la pared celular (FDN) negativamente sobre la degradabilidad efectiva de la MS, PC y FDN.

En este estudio las hojas tuvieron mayor concentración de nutrientes comparadas con los tallos, para todos los pastos. Durante la época de verano se registraron en el área el 71% de las precipitaciones de todo el año, esto pudo haber influido en un mayor crecimiento vegetativo de las plantas con niveles de nutrientes bastante digestibles.

Aparentemente, los minerales se ven afectados por la concentración de pared celular en los zacates. Es decir, que la disponibilidad de estos minerales se ve reducida conforme aumenta la madurez de la planta (invierno y primavera), reflejado en un aumento en la concentración de la pared celular.

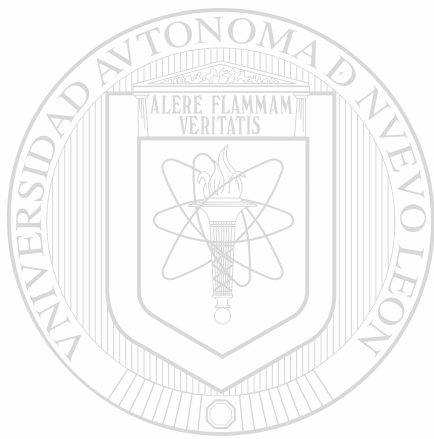
Recomendaciones

En relación al grado de aprovechamiento es recomendable que los rumiantes pasten en agostaderos de buffel sólo durante el verano, ya que este forraje presentó su menor contenido de FDN, altos niveles de proteína y degradabilidad ruminal de los nutrientes.

Cuando se obtienen bajos promedios de DEPC en los zacates, no significa que la proteína cruda del forraje no sea utilizada por el ganado, esto puede ser benéfico para el rumiante ya que ésta al no ser degradada en el rumen, puede pasar como proteína de escape y ser digerida y absorbida en cierta proporción en el intestino delgado, dando un mejor perfil de aminoácidos esenciales al que posee la proteína microbial ruminal, la cual también es digerida en el bajo tracto digestivo del rumiante.

En otros estudios se ha reportado que las principales deficiencias son de **P** y **Cu**; para este estudio, se encontró que también de **K** y **Na**, por lo tanto, para lograr óptimos resultados en la producción de rumiantes en pastoreo, deberá considerarse un régimen de suplementación durante todo el año a base de **P** y **Cu**; de **K** (invierno y primavera); de **Na** (en primavera y verano).

Tomando en cuenta que el ganado consume conjuntamente tallos y hojas, al evaluar su nutrición y la composición química de los zacates, deberá considerarse por separado las hojas y los tallos ya que químicamente son entidades diferentes.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

VL. LITERATURA CITADA

- **Ackerman, B. A.; Manrique, E.; Jaramillo, L. V.; Guerrero, S. P.; Miranda, S. A.; Núñez, T. L y A. Chimal, 1987.** Las gramíneas de México (Tomo II). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal. COTECOCA. México, D.F. pp. 344.
- **AOAC. 1990.** Official Methods of Analysis. (15th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Volume one. Arlington, Virginia. U.S.A.
- **Agricultural Research Council. (ARC). 1984.** The nutrient requirement of ruminant livestock suppl. No. 1. Common. Agric. Bur. Farnham Royal. Engl.
- **Akin, D. E. 1989.** Histological and physical factors affect digestibility of forages. Agron. J. 81: 17-25.
- **Akin, D.E. and Chesson. 1990.** Lignification as the major factor limiting forage feeding value especially. Agron. J. 82: 31-45.
- **Ammerman, C.B.; J.E. Moore; P.R. Henry; S.M. Miller and F.G. Martin. 1982.** Effect of age and sample preparation on mineral concentration of bermudagrass hay. J. Dairy Sci. 65: 1329-1333.
- **Ash, A.J. 1990.** The effect of supplementation with leaves from the leguminous trees *Sesbania grandiflora*, *Albizia chinensis* and *Gliricidia sepium* on the intake and digestibility of guinea grass hay by goats. Anim. Feed. Sci. Technol: 28: 225-232.
- **Ayerza, R. 1981.** El buffelgrass. Utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 16, 39-44.
- **Badui, D.S. 1997.** Química de los alimentos. 3^a Edición. Longman de México Edit., Alhambra Mexicana. México, D.F., México. pp 367-372.

- **Bailey, C. 1962.** Rates of digestion of swallowed and unswallowed dried grass in the rumen. *Canadian Journal of Animal Science.* 42: 49-54.
- **Bashaw, E.C. 1980.** Registration of Nueces and Llano buffelgrass. *Tex Agric. Exp. Sta., College Station, USA. Crop-Science.* 20: 1, 112.
- **Buxton, D. R. and S. L. Fales. 1994.** Plant environment and quality. In: G. C. Fahey Jr. (ed.) *National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization.* Lincoln Nebraska. pp. 155–199.
- **Burroughs, W.; D.K. Nelson and D. R. Mertens. 1975.** Protein physiology and its application in the lactating cow: The metabolizable protein feeding standard. *J. Animal Sci.*, 41: 933-944.
- **Castellanos-Morales, C. 1995.** Degradabilidad in situ de la materia Seca y proteína cruda de doce zacates del estado de Nuevo León, colectados en primavera. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L.
- **Cornejo-Treviño, M.M. 1998.** Análisis comparativo del valor nutritivo y la degradabilidad ruminal de la proteína cruda de la planta completa, hojas y tallos de los zacates klein (*Panicum coloratum*), Bermuda (*Sínodo dactylon*), pretoria (*Andropogon anulatum*) y buffel (*Cenchrus ciliaris*) colectados en verano en Linares, Nuevo León. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.A.N.L. Monterrey, N.L. México.
- **Durand, M. and R. Kawahima. 1980.** Influence of mineral in rumen microbial digestion. In *digestive Physiology and metabolism in ruminants.* Avi. Publishima Co. Inc. Wesport, Connecticut. P. 375.
- **Deinum, B. 1984.** Chemical composition and nutritive value of herbage in relation to climate. pp. 338-350. In H. Riley and A. Skjelvag (ed.) *The impact of climate on grass production and quality.* Proc. 10th General Mtg. European Grassl. Federation. 26–30 june 1984. AS, Norway.

- **Díaz-Romeau, R. y A. Hunter. 1978.** Metodología del muestreo de suelos y tejidos de investigación en invernadero. CATIE (mimeo). Turrialba, Costa Rica.
- **Dirven, J. G. and B. Deinum. 1977.** The effect of temperature on the digestibility of grasses: An analysis. *Forage Res.* 3: 1-17.
- **Enríquez-Martell, A. 1994.** Degradabilidad in situ de la proteína Cruda de 13 zacates colectados en el estado de Nuevo León, durante el otoño. Tesis de Licenciatura. Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L. México.
- **Fick, G. W.; Holt, D. A. and D. G. Lugg, 1988.** Environmental physiology and crop growth. pp. 163-194. *In* A. A. Hanson. D. K. Barnes and R. R. Hill, Jr. (ed.) *Alfalfa improvement Agronomy Monogr.* 29 ASA, CSSA and SSSA, Madison WI.
- **Fierro, L.C.; R. Foroughbakhch; J. Landa y A. Martínez. 1989.** Valor nutricional de la dieta de caprinos en un matorral alto subinerme / espinoso del este de Nuevo León. *Reporte Científico N° 13:* 2-17. Fac. de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Linares, N.L. México
- **Flemming, G.A. 1973.** Mineral composition of herbage. Pp. 529-566. *In:* G.W. Butler and R.W. Bailey *Chemistry and Biochemistry of Herbage.* Academic Press, New York, U.S.A.
- **García-Castillo, C. 1995.** Composición química, perfil mineral, concentración de ácidos grasos volátiles y degradabilidad ruminal de la materia seca y de la proteína cruda del forraje de 9 zacates del estado de Nuevo, León, colectados durante el Invierno. Tesis. Licenciatura. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.A.N.L. Méx.
- **García, E. 1987.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Instituto de Geografía. UNAM. 4ª . Edición. pp. 243.
- **García, H. N. 1994.** Valor nutritivo y digestibilidad in situ de la materia seca y proteína cruda del forraje de 13 hierbas nativas de Nuevo, León, colectadas en otoño. Tesis de Licenciatura. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L. Monterrey, N.L.

- **Garibaldi-González, C. A. 1995.** Digestibilidad ruminal de la materia seca, proteína cruda y pared celular de 9 zacates del estado de Nuevo León, colectados en verano. Tesis de Licenciatura Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L. Monterrey, Nuevo León, México.

- **Goering, H. K. And P.J. Van Soest. 1970.** Forage fiber Analysis. USDA. Agricultural Handbook. No. 379. ARS USDA. Washington, D. C. pp. 1–20

- **Gordon, M.S. 1979.** Fisiología Animal: Principios y adaptaciones. Ed. C.E.C.S.A. México. pp. 59.

- **Hernández, X.E.; J.C. Tapia y R.E. Buller. 1956.** Los pastizales del noroeste. Agric. Técnica en México. México, D.F. N° 3 pp. 6-7, 42-43.

- **Hodgson, J. 1981.** The influence of variation in surface characteristics of the sward upon the short-term rate of the herbage intake by calves and lambs. Grass forage Sci. 36: 49–57.

- **Hoffman, P. C.; S.J. Sievert; R.D. Shaver; D.A. Welch and D.K. Combs. 1993.** In situ dry matter, protein and fiber degradation of perennial forages. J. Dairy Sci. 76: 2632–2643.

- **Huss, D.L. 1970.** Siembra, mejoramiento y manejo de pastizales de buffel. Ed especial para la asociación ganadera local del municipio de General Bravo, N.L. Pub. ITESM Monterrey, N.L. México.

- **INEGI. 1996.** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F.

- **Kawas-Garza, J.J. 1996.** Determinación del perfil mineral de especies forrajeras de cuatro zonas geográficas del litoral del golfo de México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Monterrey, Nuevo León. México.

- **Lawrey, R. 1969.** The nylon bag technique for the estimation of forage quality in: Proceedings of the National Conference on Forage quality evaluation and utilization. Section O University of Nebraska Lincoln, U.S.A.
- **Lindenberg, J. E. and T. Varvikko. 1982.** The effect of bag pore size on the ruminal degradation of dry matter, nitrogenous compounds and cell walls in nylo bags. Swed. J. Agric. Res. 12: 163.
- **Lozano-Cavazos, R.R. 1997.** Digestión Ruminal de la pared celular de los zacates Buffel, Bermuda-NK37, Pretoria 90 y Klein colectados en primavera. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. México.
- **Lozano-González, F. 1994.** Degradabilidad in situ de la pared celular del forraje de 13 zacates de Nuevo León, colectados en otoño. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- **Manual of grasses of the United States. 1970.** Misc. Publication 200., U.S. Dept. of Agriculture. U.S.A.
- **Marten, G. C.; D.R. Buxton; and R. F. Barnes. 1988.** Feeding value (forage quality). pp. 463–491. In A. Hansen, D. K. Barnes and R. Hill, Jr. (ed.) Alfalfa improvement. Agronomy Monogr. 29 ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.
- **Martin, R.M.; J.R. Cox & F.F. Ibarra. 1995.** Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran Desert. Range Science Department, Utah State University, USA. Journal of Range Management. 48: 1, 60-63.
- **Maynard, L. A.; J. K. Loosli; H. F. Hintz y R. G. Warner. 1989.** Animal Nutrición. Editorial Mc-Graw-Hill, México. pp. 22-191.
- **McDonald, I. 1981.** A revised model for estimation or protein degradability in the rumen. J. Agric. Sci. Camb. 96: 251-252.

- **McDowell, L.R.; J.H. Conrad and G. L. Ellis. 1984.** Mineral Deficiencies and Imbalances and Their Diagnosis. Paper Presented at Symposium on Herbivore Nutrition in Subtropic And Tropics Problems and Prospects. Chapter 3. pp. 67–68 Pretoria South Africa.
- **McDowell, L.R.; J.H. Conrad; F.G. Hembry; L.X. Rojas; G. Valle y J. Velázquez. 1993.** Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Segunda edición. Departamento de Zootecnia, Universidad de Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.
- **McDowell, L. R. 1997.** Mineral for grazing ruminants in tropical regions. Animal Science Dpto., University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.
- **Mehrez, A. and E.R. Ørskov. 1977.** A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge 88: 645–650.
- **Montalvo L. V, 1995.** Degradabilidad in situ de la fibra detergente neutro de doce zacates del centro del estado de Nuevo León, colectados en Primavera. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- **Neira, M.R. 1994.** Composición química y digestibilidad in situ de la proteína de 15 arbustos nativos del Noreste de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L.
- **Nocek, J.E. and M.B. Hall. 1984.** Characterization of soyhull fiber digestion by in situ and in vitro enzymatic procedures. *J. Dairy Sci.* 69: 2599.
- **Nocek, J.E. and C.E. Polan 1984.** Influence of ration form and nitrogen availability on ruminal fermentation patterns and plasma of growing bull calves. *J. Dairy Sci.* 67:1038.
- **Nocek, J.E. 1988.** In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. *J Dairy Sci.* 71: 2051 – 2069.

- **Ørskov, E. R. and I. McDonald. 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92: 499–503.
 - **Ørskov E.R.; F.D. DeB Hovell y F. Mould. 1980.** Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical.* 5: 213-233.
 - **Parra-Meléndez, L. 1998.** Contenido mineral de los zacates Klein (*Panicum colonatum*), Bermuda–NK37 (*Cynodon dactylon*), Pretoria 90 (*Andropogon annulatum*) y Buffel Común (*Cenchrus ciliaris*)colectados durante la primavera y verano en Linares, Nuevo León. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L., Monterrey, Nuevo León, México.
 - **Pérez-García, C. 1997.** Composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca y proteína cruda de la planta completa, hojas y tallos de los zacates buffel (*Cenchrus ciliaris*), Bermuda – NK37 (*Cynodon dactylon*), Pretoria 90 (*Andropogon annulatum*) y Klein (*Panicum colonatum*), colectados en otoño. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L., Monterrey, Nuevo León, México.
-
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
- **Petit, H.V. and G.F. Tremblay. 1992.** In situ degradability of fresh grass and grass conserved under different harvesting methods. *J. Dairy Sci.* 75: 774.
 - **Quin, J.; J. Van Der Wath and S. Myburgh. 1938.** Studies on the alimentary canal of Merino sheep in South Africa. Four Description of experimental technique. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry.* 11: 34 – 60.
 - **Ramírez, L.R.G.; R.R. Neira; R.H. Ledezma and C. Garibaldi. 1994.** Ruminal degradation of dry matter, crude protein and cell wall of various shrub forages. In: National Conf. On Forage Quality, Evaluation, and Utilization. University of Nebraska-Lincoln, U.S.A.
 - **Ramírez, L.R.G.; E. Mireles; J. M. Huerta and J. Aranda. 1995.** Forage selection by range research 17: 124 - 131.

- **Ramírez, L.R.G. 1996.** Feed value of browse., VI International Conference of Goats. International Academic Publishers. Vol 2, Beijing, China. pp. 510 –527.

- **Ramírez, L.R.G. 1997.** Fluctuación estacional de la calidad del forraje en pastizales. Simposium de la SOMMAP. Suplementación del ganado en pastoreo. (Complemento Nutricional). Auditorio de la Unidad Ganadera Regional de Nuevo León. Memorias.

- **Ramírez, L.R.G.; R. Foroughbakhch; L.A. Háuad; N.E. Castillo and J. Moya. 1997.** Seasonal dynamics on nutrient profile of leaves from 10 native shrubs in northeastern México. Forest, farm and community tree report.

- **Ramírez, L.R.G. 1998.** Digestión en ovinos alimentados con paja de buffel tratada con amoniaco. Ciencia UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. Vol. I. 4: 313 – 318.

- **Reyna-García, N. 1999.** Estimación de la composición química y digestión ruminal de la proteína cruda en la planta completa, hojas y tallos del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) y los híbridos Nueces y Llano, colectados en Marín, Nuevo León, en otoño de 1998. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L. Monterrey, Nuevo León. México.

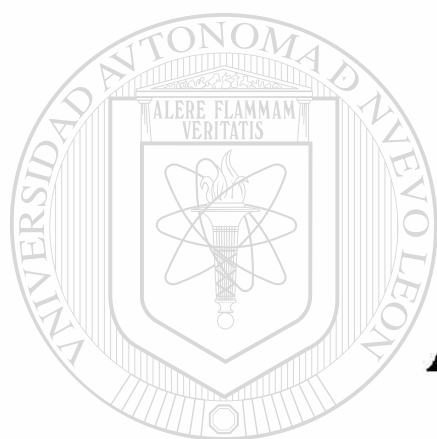
- **Robles, S. R. 1990.** Producción de granos y forrajes. 5ª edición. Editorial LIMUSA. México. pp. 443 – 454

- **Rodríguez, H. 1968 b.** In vivo digestibility: The relative position within the rumen. Revista Cubana de Ciencia Agrícola (English edition) 2: 285 - 7.

- **Rodríguez-Lozano, J.E. 1995.** Dinámica estacional del contenido de minerales en el forraje de doce zacates y once hierbas nativas palatables del estado de Nuevo León. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L. Monterrey, Nuevo León. México.

- **Rodríguez, T.; S. González y J. A. Martínez. 1988.** Árboles y arbustos del municipio de Marín, N. L. Temas didácticos N° 2 Facultad de Agronomía, U.A.N.L., Marín, N. L. México.
- **Salinas-Lucero, D.C. 1999.** Estimación de Macro y Microminerales de la Planta Completa, Hojas y Tallos del zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*) y los híbridos nueces y llano, colectados en Marín, Nuevo León, en otoño de 1998. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L. Monterrey, Nuevo León, México.
- **Saucedo-San Miguel, J.C. 1998.** Digestibilidad in situ de la pared celular de la planta completa, hojas y tallos de los zacates klein (*Panicum coloratum*), bermuda NK-37 (*Cynodon dactylon*), pretoria 90 (*Andropogon annulatum*) y buffel común (*Cenchrus ciliaris*) colectados en verano en el municipio de Linares, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México.
- **Serna-Tamez, G. 1998.** Perfil de la concentración mineral en los zacates klein (*Panicum coloratum*), bermuda NK-37 (*Cynodon dactylon*), pretoria 90 (*Andropogon annulatum*) y buffel (*Cenchrus ciliaris*) durante el otoño e invierno en Linares, Nuevo León. Tesis de Licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L.® Monterrey, Nuevo León, México.
- **Short, H.L.; R.M. Blair and C.A. Segelquist. 1974.** Fiber composition and forage digestibility by small ruminants. J. Wildl. Manage 38 (2): 197.
- **Singh, B.; H. Makkar and S. Negi. 1989.** Rate and extent of digestion and potentially digestible dry matter and cell wall of various tree leaves. J. Dairy Sci. 72: 3233 – 3239.
- **Solano-Vázquez, H. 1994.** Dinámica estacional del contenido de minerales y taninos del forraje de 15 plantas arbustivas nativas del Estado de Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L., México.

- **Spears, W.J. 1994.** Minerals in forage. Fahey, C.G. jr. (ed.). Forage Quality, Evaluation and utilization. pp: 281–3117. National Conference on Forage Quality. Univ. Of Nebraska. Lincoln, Nebraska, U.S.A.
- **Steel, R. G. D. And J. C. Torrie. 1980.** Principles and procedures of statistics 2nd Edit. McGraw-Hill Book Co., New York. U.S.A.
- **Tellez, S.R. y R. Foroughbakhch. 1990.** Plantas aprovechadas por el ganado caprino en una zona de matorral mediano espinoso del noreste de México. Reporte Científico N° 21: 1-37. Fac. de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N.L., México.
- **Uden, P. and P.J. Van Soest. 1984.** Investigation of the situ bag technique and comparison of the fermentation in heifers, sheep, ponies and rabbits. Journal Animal Sci. 58: 213.
- **Underwood, E.J. 1981.** The mineral nutrition of livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.
- **Van Miellen, R.W. and W.C. Ellis. 1977.** Sample container porosities for rumen in situ studies. J. Anim. Sci. 44: 141 – 146.
- **Van Soest, P. 1982.** Nutritional ecology of the ruminant. O and E Books, Corvallis, OR.
- **Varner, L. W.; L. H. Blankenship and G. W. Lynch. 1977.** Seasonal changes in nutritive value of deer food plants in south Texas. Proc. Annual Conf., S. E. Assoc. Fish & Wildlife Agencies 31: 99 – 106.
- **Zar, J. H. 1996.** Biostatistical Analysis. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A. 718 pp.
- **Zermeño-Benítez. 1999.** Degradabilidad ruminal de la pared celular de la planta completa, hojas y tallos del zacate buffel común (*Cenchrus ciliaris*) y los híbridos llano y nueces colectados en Marín, N.L. en otoño de 1988. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México.



ANEXO

UANL

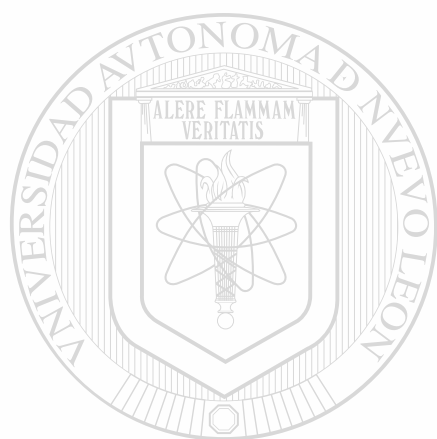
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cuadro 1. Niveles de concentración óptima de macrominerales (g/kg) y microminerales (mg/kg) necesarios para la nutrición del ganado (tomado de McDowell, 1997).

| TIPO DE GANADO Y CONDICION DE DESARROLLO | | | | |
|--|---|-----------------------------------|------------------|-----------|
| Macromineral | Bovinos de carne en crecimiento y en finalización | Hembras al inicio de la lactancia | Bovinos de leche | Ovinos |
| Ca | 1.9 a 7.3 | 2.2 a 3.8 | 4.3 a 7.7 | 2 a 8.2 |
| K | 6.0 | 7.0 | 9.0 a 10 | 5.0 a 8.0 |
| Mg | 1.0 | 2.0 | 2.0 a 2.5 | 1.2 a 1.8 |
| Na | 0.6 a 0.8 | 1.0 | ----- | 0.9 a 1.8 |
| P | 1.2 a 3.4 | 1.6 a 2.4 | 2.5 a 4.8 | 1.6 a 3.8 |
| Micromineral | | | | |
| Cu | 4 a 10 | 4 a 10 | 7 a 11 | 7 a 11 |
| Fe | 50 | 50 | ----- | 30 |
| Mn | 20 | 20 | ----- | 20 a 40 |
| Zn | 30 | 40 | ----- | 20 a 33 |



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



