UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

DINAMICA ESTACIONAL DEL VALOR NUTRITIVO Y DIGESTION RUMINAL DEL FORRAJE DE 10 ARBUSTIVAS DE BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

TESIS

QUE PRESENTA:

MC. RAFAEL RAMIREZ ORDUÑA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS

CD. UNIVERSITARIA SEPTIEMBRE DEL 2003

TD
Z5320
FCB
2003
.R35

1020148979

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

DINAMICA ESTACIONAL DEL VALOR NUTRITIVO Y DIGESTION RUMINAL DEL FORRAJE DE 10 ARBUSTIVAS DE BAJA CALIFORNIA SUR. MEXICO

TESIS

QUE PRESENTA:

MC. RAFAEL RAMIREZ ORDUÑA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS

CD. UNIVERSITARIA SEPTIEMBRE DEL 2003

978462

TD
Z5320
FCB
2003
.R35

FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

DINÁMICA ESTACIONAL DEL VALOR NUTRITIVO Y DIGESTIÓN RUMINAL DEL FORRAJE DE 10 ARBUSTIVAS DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

T E S I S

QUE PRESENTA:

MC. RAFAEL RAMÍREZ ORDUÑA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
DOCTOR EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN **ALIMENTOS**

Ciudad Universitaria

Septiembre del 2003

FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

DINÁMICA ESTACIONAL DEL VALOR NUTRITIVO Y DIGESTIÓN RUMINAL DEL FORRAJE DE 10 ARBUSTIVAS DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

T E S I S

QUE PRESENTA:

MC. RAFAEL RAMÍREZ ORDUÑA

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

REVISADA POR

Ph.D. Roque Gonzalo Ramírez Lozano
Director

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab
Asesor

Ph.D. Humberto González Rodríguez
Asesor

Dra. María Guadalupe de Jesús Alanís Guzmán
Asesor

Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez
Asesor

Ciudad Universitaria

Septiembre del 2003

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de Baja California Sur por proporcionarme los y medios y facilidades para la realización del presente trabajo, así como a mis amigos y compañeros que colaboraron en él y que a continuación menciono sin que el orden de aparición signifique alguna distinción en especial:

Dr. Juan Manuel Ramírez Orduña
Dr. Ramón Cepeda Palacios
M.S: Juan Manuel Ávila Sandoval
Ing. José Ángel Armenta Quintana
Ing. Rafael Junco Córdoba
Sr. Jorge Robles

Agradezco de igual manera a los Doctores de la Universidad Autónoma de Nuevo León que me asesoraron en la realización de este proyecto:

Ph.D. Roque Gonzalo Ramírez Lozano
Ph.D. Marco Vinicio Gómez Meza

Toda nuestra ciencia, comparada con la realidad,
es primitiva e infantil...
y sin embargo es lo más preciado que tenemos.

Albert Einstein
(1879-1955)

a	Fracción soluble determinada por la técnica *in situ*
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
b	Fracción potencialmente degradable determinada por la técnica *in situ*
BCS	Baja California Sur
C3	Especies de plantas adaptadas a clima frió
C4	Especies de plantas adaptadas a clima templado
CDTA	Ácido ciclohexano diamino tetracetico
CNA	Comisión Nacional del Agua
CNE	Carbohidratos no estructurales
COTECOCA	Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero
DEMO	Degradabilidad efectiva dela materia orgánica
DEPC	Degradabilidad efectiva de la proteína cruda
DGETENAL	Dirección General del Territorio Nacional
DIVMO	Digestibilidad in vitro de materia orgánica
DIVMS	Digestibilidad in vitro de materia seca
EDTA	Ácido etilen diamino tetracético
EE	Extracto etéreo
ELN	Extracto libre de nitrógeno
FC	Fibra cruda
FDA	Fibra detergente ácido
FDN	Fibra detergente neutro
GC-MS	Cromatografía de gases - espectrometría de masas
HPLC-MS	Cromatografía liquida de alta resolución - espectrometría de masas
IIV	Sistema de inhibición *in vitro*
INEGI	Instituto Nacional de Geografía e Informática
kd	Tasa constante de degradación determinada por la técnica *in situ*
MO	Materia orgánica

MS	Materia seca
N	Nitrógeno total
NNP	Nitrógeno no proteico
NP	Nitrógeno proteico
NRC	National Research Council
PC	Proteína cruda
PIDA	Proteína insoluble en detergente ácido
PIDN	Proteína insoluble en detergente neutro
PIDN-PIDA	Proteína disponible de la pared celular del forraje
PNA	Polisacáridos no-almidón
RUBISCO	Enzima ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa oxigenasa
TCA	Ácido tricloro acético
TND	Total de nutrientes digestibles

Página

LISTA DE TABLAS ix
LISITA DE FIGURAS xii
RESUMEN xxii
ABSTRACT xxiii
1 INTRODUCCIÓN 1
2 REVISIÓN DE LITERATURA 4
2.1 Métodos Químicos de Análisis de Fibra y su Relación con la Nutrición de Rumiantes 4
2.1.1 Sistema Fibra Cruda y Extracto Libre de Nitrógeno 4
2.1.2 Entidades Nutritivas 6
2.1.3 Sistema Detergente de Análisis 12
2.1.3.1 Interferencia en Estimar Hemicelulosa por Diferencia 13
2.1.3.2 Fibra Detergente Ácido y Lignina 15
2.1.3.3 Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido (NIDA) 16
2.1.3.4 Fracciones de Nitrógeno Empleando Detergentes 20
2.1.3.5 Fibra Total 22
2.1.3.6 Carbohidratos no Estructurales y Polisacárido no Almidón 23
2.2 El Análisis Químico Analítico y los Sistemas de Alimentación del Ganado 24
2.3 La Técnica de la Bolsa de Nylon en la Evaluación de Forrajes 27
2.4 Factores Estructurales que Limitan la Digestibilidad de la Pared Celular del Forraje 37
2.5 Valor Nutritivo de los Arbustos y Árboles 45
2.5.1 Efecto de los Taninos en la Utilización de Árboles y Arbustos 50
2.5.2 Minerales en Árboles y Arbustos 53
2.6 Aspectos Generales Sobre la Ganadería en Baja California Sur 57
3 MATERIALES Y MÉTODOS 64
3.1 Localización y Descripción del Área de Estudio 64
3.2 Muestreo de Vegetación 64
3.3 Análisis Estructural del Ecosistema Vegetal 66
3.4 Muestreo de Especies Vegetales Forrajeras 69
3.5 Composición Nutritiva del Forraje 69

3.5.1 Fracciones de Fibra 69
3.5.2 Fracciones de Proteína 70
3.6 Degradabilidad in situ de PC y MO 70
3.7 Determinación de Minerales 72
3.8 Análisis Estadístico 72
4 RESULTADOS 73
4.1 Análisis Estructural del Ecosistema Vegetal en el Área de Estudio. 73
4.2 Composición Nutritiva del Forraje 76
4.2.1 Fracciones de Fibra 76
4.2.1.1 Carbohidratos no estructurales (CNE) 78
4.2.1.2 Fibra detergente neutro (FDN) 81
4.2.1.3 Fibra detergente ácido (FDA) 82
4.2.1.4 Celulosa 86
4.2.1.5 Hemicelulosa 88
4.2.1.6 Lignina 91
4.2.2 Taninos 93
4.2.3 Extracto etéreo (EE) 95
4.2.5 Fracciones de Proteína 101
4.2.5.1 Proteína cruda (PC) 101
4.2.5.2 Proteína insoluble en detergente neutro (PIDN) 105
4.2.5.3 Proteína insoluble en detergente ácido (PIDA). 107
4.2.5.4 Proteína disponible de la pared celular (PIDN-PIDA) 110
4.3 Degradabilidad Ruminal de la Materia Orgánica y Proteína Cruda 112
4.3.1 Degradabilidad Ruminal de la Materia Orgánica 112
4.3.1.1 Fracción soluble (fracción a) de materia orgánica 112
4.3.1.2 Fracción potencialmente degradable (fracción b) de la materia 115
4.3.1.3 Tasa de degradación (kd) de la materia orgánica 117
4.3.1.4 Degradabilida d efectiva de la materia orgánica. 121
4.3.2 Degradabilidad Ruminal de la Proteína Cruda 123
4.3.2.1 Fracción soluble (fracción a) de proteína cruda 124
4.3.2.2 Fracción potencialmente degradable (fracción b) de la proteína cruda 127

4.3.2.3 Tasa de degradación de proteína cruda 129
4.3.2.4 Degradabilidad efectiva de la proteína cruda 132
4.4 Contenido de Minerales 134
4.4.1Macrominerales 134
4.4.1.1 Calcio 134
4.4.1.2 Fósforo 139
4.4.1.3 Magnesio 141
4.4.1.4 Sodio 143
4.4.1.5 Potasio 145
4.4.2 Microminerales 149
4.4.2.1 Manganeso 149
4.4.2.2 Cobre 150
4.4.2.3 Hierro 154
4.4.2.4 Zinc 156
4.5 Variables Relacionadas con la Degradabilidad Efectiva de Materia Orgánica y Proteína Cruda. 159
5 DISCUSIÓN 166
6 CONCLUSIONES 176
7 RECOMENDACIONES 177
8 LITERATURA CITADA 178
9 RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO 200

Tabla Página

1. Estructura vegetal del área de estudio por especie de plantas. 74

2. Estructura vegetal del área de estudio por tipo de plantas. 76

3. Valor de F y significancia para el modelo usado para analizar estadísticamente el contenido de fracciones de fibra, taninos, extracto etéreo (EE), y materia orgánica (MO) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 77

4. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de carbohidratos no estructurales (CNE; % MS) y fibra detergente neutro (FDN; % MS) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 79

5. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de fibra detergente ácido (FDA; % ms) y celulosa (% MS) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 85

6. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de hemicelulosa y lignina en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 90

7. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de taninos y extracto etéreo (% MS) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 94

8. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de materia orgánica (% MS) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 100

9. Valor de F y significancia del modelo usado para analizar estadísticamente las fracciones de proteína cruda (PC) en arbustos de leguminosas y no leguminosas Nativos de Baja California Sur, México. 101

10. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de proteína cruda (PC, % MS) y proteína insoluble en detergente neutro (PIDN, % PC) En arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 103

11. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de proteína insoluble en detergente ácido (PIDA; % PC) y proteína disponible de la pared Celular (PIDN-PIDA; % PC) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 109

12. Valor de F y significancia del modelo usado para analizar estadísticamente los parámetros de degradabilidad de la materia orgánica en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 112

13. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales de la fracción soluble (a; % MO) y degradable (b; % MO) de la material orgánica en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 114

14. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales de la tasa de degradación (%/h) y degradabilidad efectiva de la material organica (DEMO; %) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México durante 1993 a 1995. 119

15. Valor de F y significancia para el modelo usado para analizar estadísticamente los parámetros de degradabilidad y degradabilidad efectiva (DEPC) de la proteína en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 123

16. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de fracción soluble de la proteína (fracción a, %) y fracción degradable de proteína (fracción b, %) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México durante 1993 a 1995. 126

17. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales de la tasa de degradación ruminal (%/h) y degradabilidad efectiva de la proteína cruda (DEPC, %) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 131

18. Valor de F y significancia para el modelo usado para analizar estadísticamente el contenido de minerales en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 135

19. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de Ca y P ($g \cdot Kg^{-1}$) En arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 138

20. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de Mg y Na ($g \cdot Kg^{-1}$) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 142

21. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de K ($g \cdot Kg^{-1}$) y Mn ($mg \cdot Kg^{-1}$) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 147

22. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de Cu y Fe ($mg \cdot Kg^{-1}$) en arbustos de leguminosas y no leguminosas Nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 153

23. Cambios estacionales (media de tres años) y anuales del contenido de Zn ($mg \cdot Kg^{-1}$) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México, durante 1993 a 1995. 157

24. Variables correlacionadas ($P < 0.05$) con la degradabilidad efectiva de MO (DEMO) y PC (DEPC) calculada a tasas de pasaje ruminal (kp) de 2, 5 y 8 %/h en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 160

25. Ecuación de predicción para la degradabilidad efectiva de la matria orgánica (DEMO) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 161

26. Ecuación de predicción para la degradabilidad efectiva de la proteína cruda (DEPC) en arbustos de leguminosas y no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 162

27. Ecuación de predicción para la degradabilidad efectiva de la matria orgánica (DEMO) en arbustos de leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 163

28. Ecuación de predicción para la degradabilidad efectiva de la matria orgánica (DEMO) en arbustos de no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 163

29. Ecuación de predicción para la degradabilidad efectiva de la proteína cruda (DEPC) en arbustos de leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 164

30. Ecuación de predicción para la degradabilidad efectiva de la proteína cruda (DEPC) en arbustos de no leguminosas nativos de Baja California Sur, México. 165

Figura Página

1. Precipitación pluvial registrada de 1993 a 1995 en la estación meteorológica de Todos Santos, municipio de La Paz, Baja California Sur. Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Baja California Sur. 65

2. Fotografía de un matorral del desierto sonorense en Baja California Sur, al centro y al fondo se aprecia un palo verde (*Cercidiun floridum*) y a la izquierda una choya (*Opuntia cholla*). 67

3. Vegetación nativa de Baja California Sur, se aprecia la presencia de árboles de torote (*Bursera microphyla*) y *Ruellia* sp., un matorral, al pie de los árboles. 67

4. Fotografía de un cardonal (*Pachicereus pringlei*) al borde de un arroyo, sus flores, cuando caen del árbol (pichones), son un sustento valioso para el ganado al inicio de la primavera. 68

5. Fotografía de un matorral tipico de Baja California Sur, se aprecia al centro un pitayo dulce (*Lemaireucereus thurberi*), a la izquierda un ciruelo de monte (*Cyrtocarpa edulis*) y al pie de este, un palo fierro (*Pithecellobium cunfine*). 68

6. Diagrama de caja para el contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) en *Medicago sativa* (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 78

7. Contenido estacional promedio (± EE) de carbohidratos no estructurales en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 80

8. Diagrama de caja para el contenido de fibra detergente neutro (FDN) en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 81

9. Contenido estacional promedio (± EE) de fibra detergente neutro (FDN) en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 82

10. Diagrama de caja para el contenido de fibra detergente ácido (FDA) en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a1995. 83

11. Contenido estacional promedio (± EE) de fibra detergente ácido (FDA) en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 84.

12. Diagrama de caja para el contenido de celulosa y lignina en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 86

13. Contenido estacional promedio (± EE) de Celulosa en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 87

14. Diagrama de caja para el contenido de hemicelulosa en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 88

15. Contenido estacional promedio (± EE) de Hemicelulosa en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 89

16. Diagrama de caja para el contenido de lignina en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 91

17. Contenido estacional promedio (± EE) de Hemicelulosa en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 92

18. Diagrama de caja para el contenido de taninos en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 93

19. Contenido estacional promedio (± EE) de Taninos en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 95

20. Diagrama de caja para el contenido de extracto etéreo en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 96

21. Contenido estacional promedio (± EE) de extracto etéreo en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 97

22. Diagrama de caja para el contenido de materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 98

23. Contenido estacional promedio (± EE) de materia orgánica en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 99

24. Diagrama de caja para el contenido de proteína cruda en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 102

25. Contenido estacional promedio (± EE) de proteína cruda (PC) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla* y *Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a1995. 104

26. Diagrama de caja para el contenido de proteína insoluble en detergente neutro en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 105

27. Contenido estacional promedio (± EE) de proteína insoluble en detergente neutro en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 106

28. Diagrama de caja para el contenido de proteína insoluble en detergente ácido en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 107

29. Contenido estacional promedio (± EE) de proteína insoluble en detergente ácido en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 108

30. Diagrama de caja para el contenido de proteína disponible de la pared celular (PIDN-PIDA) en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 110

31. Contenido estacional promedio (± EE) de proteína disponible de la pared celular en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 111

32. Diagrama de caja para el contenido de fracción soluble (***a***) de la materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: Acacia peninsularis (Acpe), Cercidium floridum (Cefl), Mimosa xantii (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), Prosopis sp. (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 113

33. Contenido estacional promedio (± EE) de fracción soluble de materia orgánica en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 115

34. Diagrama de caja para el contenido de fracción potencialmente degradable (***b***) de la materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 116

35. Contenido estacional promedio (± EE) de fracción degradable (***b***) de materia orgánica en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 117

36. Diagrama de caja para la tasa de degradación (***kd***) de la materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 118

37. Tasa estacional de degradación (***kd***) de la de materia orgánica (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 120

38. Diagrama de caja para la degradabilidad efectiva de la materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 121

39. Degradabilidad efectiva estacional (± EE) de materia orgánica en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 122

40. Diagrama de caja para la fracción soluble (a) de la proteína cruda en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: Acacia peninsularis (Acpe), Cercidium floridum (Cefl), Mimosa xantii (Mixa), Pithecellobium confine (Pico), Prosopis sp. (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: Bursera microphylla (Bumi), Cyrtocarpa edulis (Cied), Lippia palmeri (Lipa), Opuntia cholla (Opch) y Turnera diffusa (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 124

41. Fracción soluble (***a***) estacional de la de proteína cruda (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 125

42. Diagrama de caja para la fracción potencialmente degradable (***b***) de la proteína cruda en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 127

43. Fracción degradable (***b***)estacional de la de proteína cruda (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 128

44. Diagrama de caja para la tasa de degradación (***kd***) de la proteína cruda en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 129

45. Tasa de degradación (kd) estacional de la de proteína cruda (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 130

46. Diagrama de caja para la degradabilidad efectiva de la proteína cruda calculada a una tasa de pasaje ***kp*** = 2%/h en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 132

47. Degradabilidad efectiva estacional de la proteína cruda calculada a una tasa de pasaje ***kp*** = 2%/h (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 133

48. Diagrama de caja para el contenido de calcio en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 136

49. Contenido estacional de calcio (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 137

50. Diagrama de caja para el contenido de fósforo en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 139

51. Contenido estacional de fósforo (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 140

52. Diagrama de caja para el contenido de magnesio en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 141

53. Contenido estacional de magnesio (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 143

54. Diagrama de caja para el contenido de sodio en heno de cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 144

55. Contenido estacional de sodio (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 145

56. Diagrama de caja para el contenido de potasio en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 146

57. Contenido estacional de potasio (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 148

58. Diagrama de caja para el contenido de manganeso en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 149

59. Contenido estacional de manganeso (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 150

60. Diagrama de caja para el contenido de cobre en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 151

61. Contenido estacional de cobre (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 152

62. Diagrama de caja para la concentración de hierro en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 154

63. Contenido estacional de hierro (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 155

64. Diagrama de caja para el contenido de zinc en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi), *Cyrtocarpa edulis* (Cied), *Lippia palmeri* (Lipa), *Opuntia cholla* (Opch) y *Turnera diffusa* (Tudi), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 156

65. Contenido estacional de zinc (± EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis, Cercidium floridum, Mimosa xantii, Pithecellobium confine, Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla, Cyrtocarpa edulis, Lippia palmeri, Opuntia cholla y Turnera diffusa*), nativas de Baja California Sur, durante 1993 a 1995. 158

Rafael Ramírez Orduña Fecha de Obtención de Grado: Septiembre, 2003

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ciencias Biológicas

Titulo del Estudio: DINÁMICA ESTACIONAL DEL VALOR NUTRITIVO Y CINÉTICA DE LA DIGESTION RUMINAL DE 10 ESPECIES ARBUSTIVAS DEL DESIERTO SONORENSE

Numero de Paginas: 225 Candidato para el grado de Doctor en Ciencias con especialidad en Alimentos

Área de Estudio: Nutrición de Rumiantes

Propósito y Método del Estudio: Baja California Sur, posee el 92% de su superficie cubierta por matorrales, estos constituyen el principal sustento de la ganadería extensiva, sin embargo se conoce poco acerca del valor nutritivo de la vegetación nativa. Bajo la hipótesis de que hay variación estacional en composición nutritiva y degradabilidad del forraje en rumen y que esta puede afectar de manera diferencial a leguminosas y no leguminosas, se realizaron 12 muestreos en el rancho "Palmar de Abajo" en las cuatro épocas de tres años consecutivos. En cada muestreo se determino la estructura vegetal del área y el contenido de proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), taninos condensados, fracciones de proteína y fibra, macro y micro minerales y la degradabilidad efectiva de MO (DEMO) y PC (DEPC) en cinco especies forrajeras leguminosas (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine* y *Prosopis sp*) y cinco no leguminosas (*Bursera microphyla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*, *Opuntia cholla* y *Turnera diffusa*).

Contribución y Conclusiones: Las no leguminosas tuvieron mayor valor de importancia pero menor PC durante el año, disminuyeron DEMO y DEPC en primavera-verano debido a la reducción en carbohidratos no estructurales y al incremento de los componentes de la pared celular (FDN, lignina y celulosa, PIDN y PIDA), incrementaron su PC y DEPC en otoño-invierno, después de las lluvias. Las leguminosas disminuyeron PC en primavera afectando a la proteína disponible de la pared celular causando la disminución de la DEPC, en estas especies la variación anual pudo ser más importante en determinar DEMO y DEPC. Las leguminosas aportaron casi el doble de PC y PC degradable, especialmente en primavera–verano. Las no leguminosas tuvieron mayor concentración de Na. Ambos tipos de planta tuvieron bajas concentraciones de K y Cu y altas de Na y Fe durante primavera. Los bajos niveles de P y altos de Ca resultaron en una relación inusual Ca: P de 2:1 a 90:1. Todas las especies cubrieron el requerimiento de rumiantes en Mg, Ca, K, Fe y Mn, fueron marginales en P y deficientes en Cu y Zn.

FIRMA DE ASESOR: _____

The objectives of this study were to evaluate the seasonal variation in chemical composition, degradation characteristics and mineral content from leaves of ten native shrubs from Baja California Sur, twelve samplings were carried out at "Palamar de Abajo" ranch in February (Winter), May (Spring), August (Summer) and November (Fall) of 1993 to 1995. In each collection, branches were collected from 16 linear transects of 30 m, located randomly. In each collection species, number of individual by species and vegetal coverage were measured to estimate relative frequency, abundance, dominance and importance value.

In each samplig, approximately 500 g of leaves form branches of each species were removed manually, allowed to dry under shed and ground. Leaves were bulked in one sample of each one of five legumes species (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp. and *Mimosa xantii*) and five non legumes species (*Bursera microphyla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*, *Opuntia cholla* and *Turnera diffusa*). On each season, samples were analyzed for crude protein (CP), neutral detergent insoluble protein (NDIP), acid detergent insoluble protein (ADIP), cell wall available protein (NDIP-ADIP), NDF, ADF, cellulose, hemicellulose (NDF-ADF), lignin (LDA), condensed tannins, ash and ether extract. To estimate the in situ OM and CP loss, four ruminally cannulated steers (450 ± 10 kg body weight) were used. Plant material (4 g) was placed in nylon bags (50 μm pore size) and suspended in the rumen of steers for 1, 2, 3, 4, 8, 12, 24, 48, 72 and 100 h. During the trial, steer were fed alfalfa hay (16% CP) at 8:00 and 16:00 h. Alfalfa hay was included as a reference plant The OM and CP effective degradability was calculated assuming a rumen outflow rate of 2, 5 and 8 %/h. Phosphorus was assayed by colorimeter; macro (Ca, Mg, Na y K,) and trace minerals (Zn, Fe, Cu y Mn) were determined by atomic absorption espectophotometry.

Legumes had low importance value because they were found in low relative frequency. Legumes were highest in nutritive quality during the dry season (spring and summer). They provided a higher available CP and fermentable OM trough the year. Non-legumes were more variable across seasons in degradation characteristics. Within legumes species *Pithecellobium confine* was lowest in nutritive quality due it's high NDF and lignin content. *Cercidium floridum* and *Prosopis sp.* were highest because they provided more available OM and CP, even when *Cercidium floridum* was high in tannins. *Opuntia cholla* was a good fermentable OM source because it was high in hemicellulose. All forage species had a lower Zn and Cu content than beef cattle requirements, due their seasonal variation in Mn and P content, they may be lower in this minerals during the dry season or years of drought. *Bursera microphylla* and *Cyrtocarpa edulis* were a good source of Na, and *Bursera microphylla*, *Opuntia cholla* y *Turnera diffusa* of Mn. Lignin, tannins, NDF and ADF content limited OM and CP degradation in legumes and non-legumes species. Some minerals under beef cattle requirements concentrations were met, they also may limit OM and CP degradation (Zn, P), others minerals may increased it (K and Ca).