

4 RESULTADOS

4.1 Análisis Estructural del Ecosistema Vegetal en el Área de Estudio.

El índice de diversidad de especies en el área de estudio fue de 1.34, la riqueza florística fue de 10.62, y la cobertura vegetal fue del 62.0%. En orden de importancia, las especies con mayor cobertura vegetal fueron *Jatropa cinerea* y *Ruellia sp.*, las especies con mayor frecuencia relativa fueron *Jatropa cinerea*, *Opuntia cholla* y *Ruellia sp.*, las de mayor densidad relativa fueron *Ruellia sp.*, *Opuntia cholla* y *Jatropa cinerea*, las de mayor dominancia fueron *Ruellia sp.*, *Jatropa cinerea*, *Opuntia cholla* y *Prosopis sp.*, y las de mayor valor de importancia fueron *Jatropa cinerea*, *Opuntia cholla* y *Ruellia sp.* (Tabla 1). Se detectó la presencia de dos especies consideradas como tóxicas para el ganado en una considerable frecuencia relativa, siendo estas: *Sapium biloculare* (13.1%) y *Karwinskia humboldtiana* (6.4%), aunque la densidad relativa fue menor al 1% en ambos casos.

De las especies estudiadas, las de mayor cobertura vegetal fueron *Prosopis sp.* y *Opuntia cholla*, mientras que *Cercidium floridum*, *Lippia palmeri*, *Mimosa xantii* y *Turnera diffusa* fueron las de menor cobertura (< 1%). Las especies más frecuentes fueron *Opuntia cholla*, *Bursera microphylla* y *Cyrtocarpa edulis*, mientras que las de mayor densidad relativa fueron *Opuntia cholla*, *Bursera microphylla* y *Prosopis sp.*, las especies de mayor dominancia relativa fueron *Prosopis sp.*, *Opuntia cholla* y *Bursera microphylla*, y como consecuencia, las especies de mayor valor de importancia fueron *Opuntia cholla*, *Bursera microphylla* y *Cyrtocarpa edulis*, por el contrario *Lippia palmeri*, *Mimosa xantii* y *Turnera diffusa* fueron las de menor frecuencia, densidad, dominancia relativa y valor de importancia (Tabla 1).

Tabla 1.
Estructura Vegetal del Área de Estudio por Especie de Plantas

Especie	Cobertura	Frecuencia	Densidad	Dominancia	Valor de
	Vegetal	Relativa	Relativa	Relativa	Importancia
	%				
Árboles					
<i>Bursera microphylla</i>	3.73	47.24	4.45	6.23	19.30
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	3.44	41.43	2.85	5.35	16.54
<i>Pachycereus pringlei</i>	1.08	38.96	3.11	1.58	14.55
<i>Prosopis sp</i>	5.54	22.63	3.64	8.62	11.63
<i>Gochnatia arborescens</i>	0.90	23.89	1.24	1.34	8.82
<i>Cercidium floridum</i>	0.97	16.69	1.05	1.53	6.42
<i>Sapium biloculare</i>	0.83	13.17	0.81	1.38	5.12
<i>Lysiloma candida</i>	0.62	10.05	0.50	1.06	3.87
<i>Yucca valida</i>	0.30	8.88	0.51	0.48	3.29
<i>Bursera odorata</i>	0.26	8.33	0.40	0.56	3.10
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	0.48	6.25	0.31	0.77	2.44
<i>Cercidium praecox</i>	0.10	6.25	0.34	0.17	2.25
<i>Lophocereus schottii</i>	0.27	5.91	0.29	0.46	2.22
<i>Pachycormus discolor</i>	0.02	6.25	0.31	0.03	2.20
<i>Pithecellobium dulce</i>	0.22	5.90	0.30	0.36	2.19
<i>Cassia emarginata</i>	0.08	5.90	0.30	0.13	2.11
Arbustos					
<i>Jatropha cinerea</i>	7.17	68.87	10.81	11.85	30.51
<i>Opuntia cholla</i>	5.50	66.29	13.09	8.77	29.38
<i>Ruellia sp</i>	8.77	55.95	16.36	14.37	28.89
<i>Machaerocereus gummosus</i>	4.62	49.62	5.87	7.45	20.98
<i>Lysium sp</i>	3.50	47.70	4.72	5.86	19.43
<i>Solanum hindsianum</i>	1.26	32.08	3.74	2.01	12.61
<i>Jatropa cuneata</i>	1.57	21.46	3.55	2.48	9.16
<i>Adelia virgata</i>	1.06	23.33	1.72	1.73	8.93
<i>Melochia tomentosa</i>	0.66	22.47	1.58	1.01	8.35
<i>Fouquieria diguetii</i>	1.07	20.67	2.08	1.78	8.18
<i>Hymenoclea monogyra</i>	2.39	15.38	5.09	3.82	8.10
<i>Pithecellobium confine</i>	1.40	18.88	1.25	2.22	7.45
<i>Acacia peninsularis</i>	1.01	15.53	1.15	1.66	6.11
<i>Esenbeckia flava</i>	0.47	14.58	0.71	0.87	5.39
<i>Bursera hindsiana</i>	0.52	12.43	0.76	0.81	4.67
<i>Maytenus phyllantoides</i>	0.88	11.85	0.66	1.07	4.53
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	1.18	8.25	2.64	1.93	4.28
<i>Mamillaria spp</i>	0.05	10.63	0.60	0.09	3.77
<i>Lippia palmeri</i>	0.15	9.72	0.60	0.25	3.52

Tabla 1.

(Continuación)

Especie	Cobertura	Frecuencia	Densidad	Dominancia	Valor de
	Vegetal	Relativa	Relativa	Relativa	Importancia
	%				
<i>Acacia farnesiana</i>	0.38	8.51	0.42	0.66	3.20
<i>Lemaireocereus thurberi</i>	0.32	8.44	0.51	0.58	3.18
<i>Turnera diffusa</i>	0.06	8.68	0.45	0.10	3.08
<i>Viguiera deltoidea</i>	0.45	7.76	0.44	0.67	2.96
<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	0.41	6.86	0.50	0.65	2.67
<i>Simmondsia chinensis</i>	0.19	6.91	0.32	0.30	2.51
<i>Vallesia glabra</i>	0.22	6.62	0.32	0.40	2.45
<i>Mimosa xantii</i>	0.19	6.42	0.36	0.34	2.37
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.17	6.41	0.25	0.27	2.31
<i>Ferocactus spp.</i>	0.11	6.25	0.35	0.17	2.26
<i>Opuntia burrageana</i>	0.08	5.88	0.28	0.14	2.10
<i>Opuntia pycnacantha</i>	0.07	5.57	0.28	0.11	1.98
Herbaceas					
<i>Otras herbaceas</i>	2.71	39.89	5.48	4.12	16.49
<i>Euphorbia spp</i>	0.40	29.41	4.23	0.75	11.46
<i>Antigonon leptopus</i>	0.91	29.36	2.37	1.42	11.05
<i>Cnidoscolus angustidens</i>	0.13	8.39	0.67	0.28	3.11
Pastos					
<i>Rhynchelytrum repens</i>	0.01	5.57	0.27	0.02	1.95

Las especies no leguminosas tuvieron mayor valor de importancia en todas las estaciones del año, adicionalmente, el valor de importancia de las leguminosas se redujo durante el Verano, mientras que para las no leguminosas permanece constante en todas las estaciones (Tabla 2). La cobertura vegetal de las leguminosas y no leguminosas, se redujo en el Verano, sin embargo incrementaron la cobertura nuevamente en el Otoño.

Tabla 2.

Estructura Vegetal del Área de Estudio por Tipo de Plantas

Tipo de Planta	Estación	Cobertura	Frecuencia	Densidad	Dominancia	Valor de
		Vegetal	Relativa	Relativa	Relativa	Importancia
Leguminosas	Invierno	10.5	66.2	6.5	16.3	29.7
	Primavera	10.6	52.6	5.8	14.8	24.4
	Verano	6.9	50.9	5.5	12.8	23.1
	Otoño	10.7	52.7	9.1	17.5	26.5
No leguminosas	Invierno	53.2	100.0	93.4	83.6	92.3
	Primavera	62.3	100.0	89.2	85.2	91.5
	Verano	45.9	100.0	94.4	87.1	93.8
	Otoño	47.8	100.0	90.8	82.4	91.1

4.2 Composición Nutritiva del Forraje

4.2.1 Fracciones de Fibra

El tipo de planta fue el principal factor que determinó el contenido de FDN, FDA, Celulosa, Taninos y MO (Tabla 3), mientras que el año de estudio tuvo efecto significativo sobre CNE y Taninos. La estación de muestreo afectó significativamente el contenido de FDA, Celulosa y EE, sin embargo, la interacción estación x tipo de planta fue significativa para el contenido de CNE, FDN, FDA, Celulosa, Lignina y EE.

Tabla 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.

Variable	Año	Estación	Tipo de planta	Año	Año	Estació	Año
				x	x		
				Estación	Tipo de planta	x	Estaci
CNE	7.8 ***	0.9 ns	0.0 ns	0.7 ns	0.4 ns	5.5 ***	2.3 *
FDN	7.6 ***	3.5 *	14.6 ***	0.6 ns	0.8 ns	8.3 ***	1.0 ns
FDA	3.6 *	6.9 ***	22.8 ***	1.3 ns	3.4 *	6.8 ***	1.0 ns
Celulosa	1.3 ns	6.4 ***	19.8 ***	1.2 ns	0.7 ns	4.1 **	0.7 ns
Hemicelulosa	3.7 *	2.0 ns	0.1 ns	1.5 ns	1.0 ns	2.0 ns	0.9 ns
Lignina	5.5 **	3.7 *	4.6 *	3.1 **	3.3 *	7.8 ***	1.3 ns
Taninos	11.1 ***	0.9 ns	27.4 ***	0.6 ns	1.0 ns	0.1 ns	0.1 ns
EE	7.5 ***	15.6 ***	5.2 *	6.9 ***	2.9 ns	3.9 **	3.1 **
MO	0.2 ns	0.4 ns	18.9 ***	0.7 ns	0.5 ns	0.6 ns	0.6 ns
Cenizas	0.2 ns	0.4 ns	18.9 ***	0.7 ns	0.5 ns	0.6 ns	0.6 ns

*** = P<0.001, ** = P<0.01, * = P<0.05, ns = no significativa.

4.2.1.1 Carbohidratos no estructurales (CNE)

Lippia palmeri ($26.8 \pm 12.1\%$ de MS) y *Pithecellobium confine* ($28.7 \pm 4.6\%$) fueron inferiores al heno de alfalfa ($32.9 \pm 2.3\%$), *Prosopis sp.* ($32.1 \pm 5.4\%$) y *Turnera diffusa* ($31.2 \pm 7.5\%$) fueron similares y el resto de las especies fueron superiores, *Bursera microphylla* ($42.6 \pm 9.3\%$), *Cercidium floridum* ($41.4 \pm 6.7\%$) y *Cyrtocarpa edulis* ($40.9 \pm 5.6\%$) fueron las de mayor concentración (Figura 2).

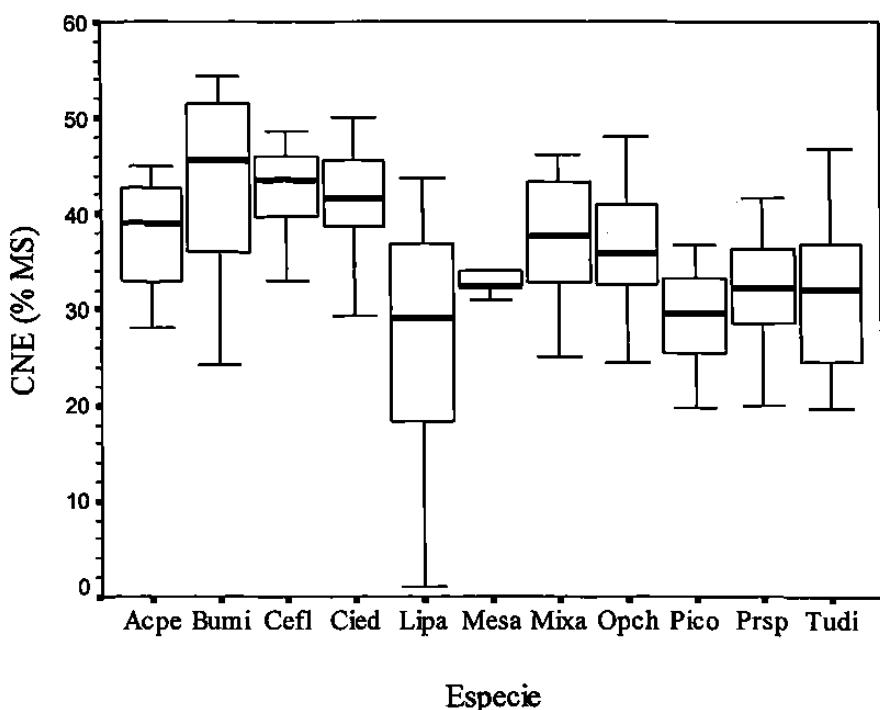


Figura 6. Diagrama de caja para el contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) en *Medicago sativa* (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies 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.

El contenido de CNE de las especies no leguminosas ($35.7 \pm 10.1\%$) fue similar a las leguminosas ($35.6 \pm 7.2\%$), solamente existió diferencia significativa entre tipos de planta en primavera (Tabla 4), esta diferencia fue debido a que las leguminosas tuvieron un incremento, las no leguminosas redujeron significativamente su contenido de CNE en esta estación.

Tabla 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.

Especie	CNE				FDN			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	33.3	31.2	33.6	33.3	39.0	38.9	38.9	39.0
<i>Acacia peninsularis</i>	37.0	41.6	34.5	37.9	40.2	35.4	35.2	37.7
<i>Cercidium floridum</i>	36.4	41.9	45.3	41.9	34.1	31.2	27.4	27.3
<i>Mimosa xantii</i>	43.6	41.6	33.4	32.5	32.9	33.3	38.1	41.4
<i>Pithecellobium confine</i>	28.0	31.3	28.3	27.3	42.2	38.3	43.2	44.8
<i>Prosopis</i> sp.	34.4	33.8	28.0	32.2	36.5	37.7	39.5	39.7
Leguminosas ¹	35.9 ^{ab}	38.0 ^a	33.9 ^b	34.4 ^b	37.2 ^a	35.2 ^a	36.7 ^a	38.2 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	45.0	28.9	47.4	48.9	31.8	52.3	28.4	28.3
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	42.3	39.5	44.7	37.2	32.3	39.0	33.7	30.5
<i>Lippia palmeri</i>	31.7	17.9	27.4	30.5	47.1	65.3	55.6	44.9
<i>Opuntia cholla</i>	36.1	38.8	32.7	37.1	42.3	36.3	34.7	37.9
<i>Turnera diffusa</i>	33.0	28.8	27.2	35.8	45.3	55.7	50.9	40.9
No Leguminosas ¹	37.6 ^a	30.8 ^b	36.5 ^a	37.9 ^a	39.8 ^b	49.7 ^a	39.6 ^b	36.5 ^b
Efecto: Tipo de Planta ²								
Contraste	ns	**	ns	ns	ns	***	ns	ns
EE	1.8	2.3	2.4	1.9	2.0	2.5	2.8	2.1
Media Estacional ¹	36.8 ^a	34.4 ^a	35.2 ^a	36.8 ^a	38.5 ^b	42.5 ^a	38.1 ^b	37.3 ^b
Efecto: Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	37.9 ^a	32.3 ^b	36.4 ^a		35.1 ^b	40.5 ^a	34.7 ^b	
No Leguminosas	38.4 ^a	33.3 ^b	35.2 ^{ab}		38.4 ^b	44.4 ^a	41.6 ^{ab}	
Media Anual	38.1 ^a	32.8 ^b	35.8 ^a		36.8 ^b	42.4 ^a	38.2 ^b	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

En ambos tipos de planta el contenido de CNE fue menor durante 1994, cuando la precipitación pluvial promedio fue también menor. Las diferencias estadísticas encontradas entre estaciones fueron debido a una variación estacional consistente en los tres años de estudio (Figura 3).

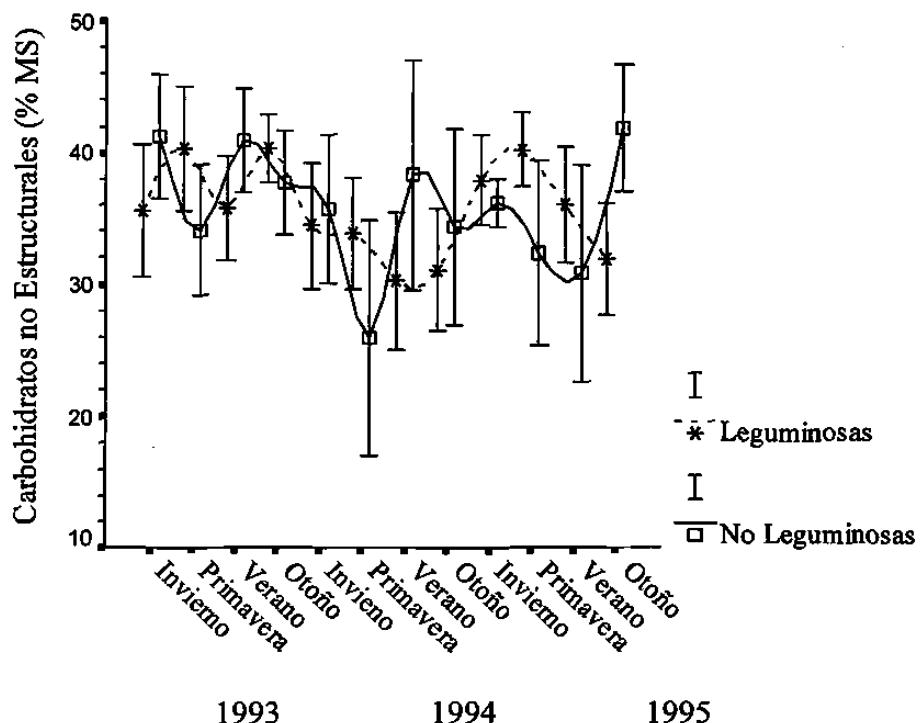


Figura 7. Contenido estacional promedio (\pm EE) de carbohidratos no estructurales en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*,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

4.2.1.2 Fibra detergente neutro (FDN)

Considerando todas las estaciones de muestreo, todas las especies estudiadas excepto *Lippia palmeri* (53.0 ± 15.4), *Pithecellobium confine* (42.1 ± 4.3) y *Turnera diffusa* (48.2 ± 11.0) tuvieron un contenido promedio de FDN (% de MS) inferior al heno de alfalfa (39.0 ± 1.5). *Lippia palmeri* fue la especie con mayor variación y mayor contenido en FDN (Figura 4).

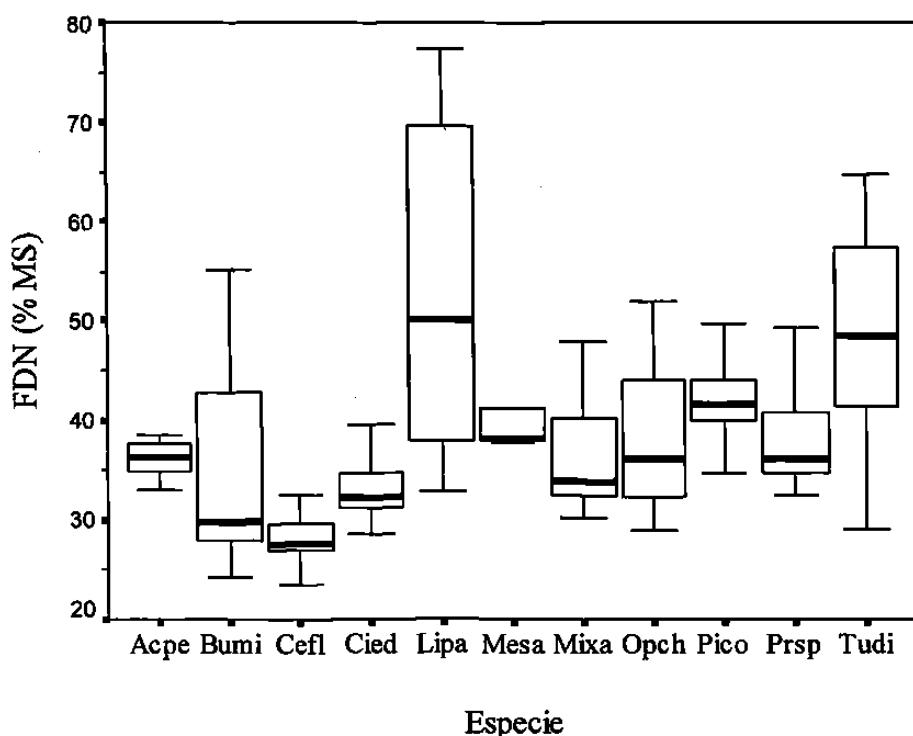


Figura 8. Diagrama de caja para el contenido de fibra detergente neutro (FDN) en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xanti* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas 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.

Las especies no leguminosas (41.4 ± 12.7) tuvieron un mayor contenido de FDN en comparación a las leguminosas (36.8 ± 6.4), sin embargo, solo existió diferencia significativa en Primavera (Tabla 4), mientras que las leguminosas mantuvieron una

concentración de FDN similar a lo largo de todas las estaciones. Durante la Primavera las no leguminosas lo incrementaron significativamente. Sin embargo, ambos tipos de plantas tuvieron un mayor contenido de FDN en 1994 cuando la precipitación pluvial fue menor. Los cambios estacionales encontrados en las especies no leguminosas son consistentes durante los tres años de estudio (Figura 5).

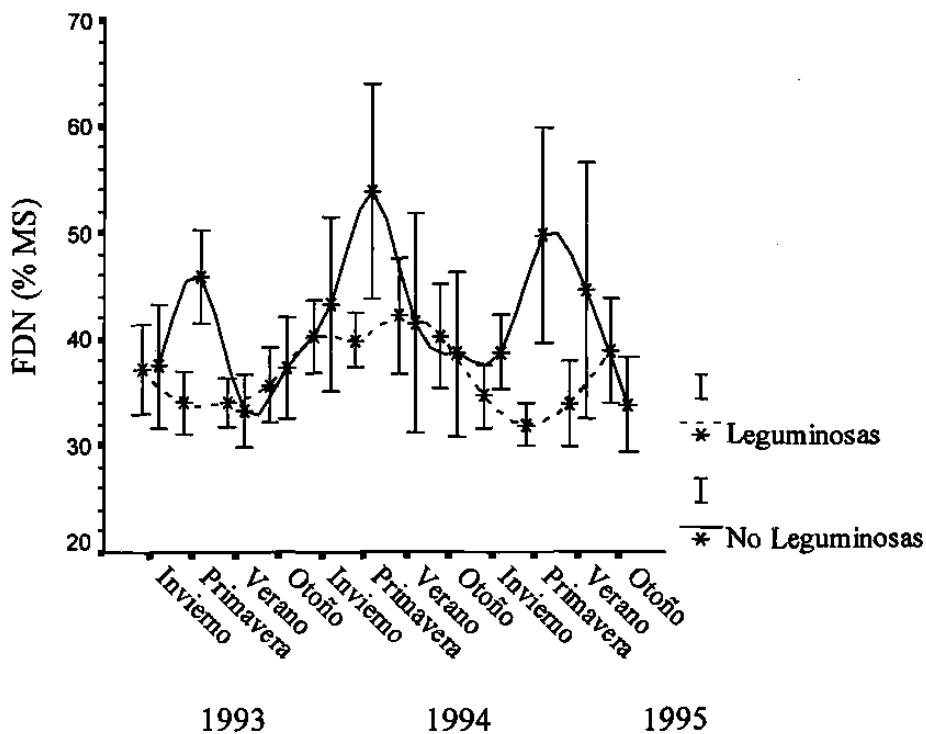


Figura 9. Contenido estacional promedio (\pm EE) de fibra detergente neutro (FDN) en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*,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

4.2.1.3 Fibra detergente ácido (FDA)

En la Figura 6 se aprecia una variación mayor a través de las estaciones de muestreo en FDA (% de MS) en *Bursera microphylla* (30.5 ± 12.1), *Lippia palmeri* (41.5 ± 11.6) y *Turnera diffusa* (40.5 ± 12.9). *Lippia palmeri*, *Pithecellobium confine* (33.5 ± 3.6) y *Turnera diffusa* fueron las especies con un mayor contenido medio que el heno de alfalfa

(29.4 ± 0.8), el resto de las especies tuvo un contenido menor, siendo *Cercidium floridum* (30.0 ± 6.5) la especie con menor contenido de FDA.

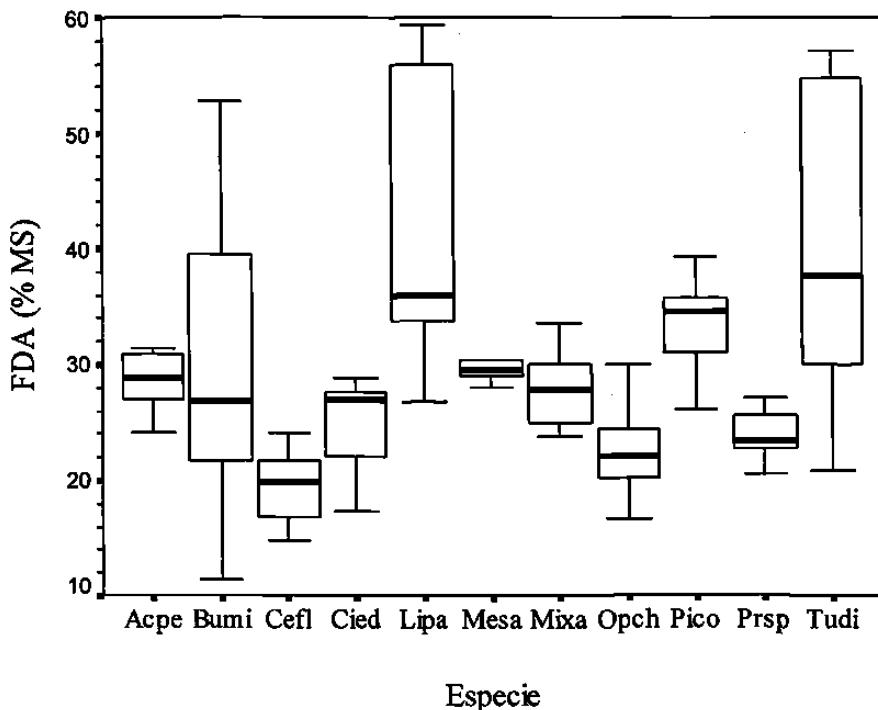


Figura 10. Diagrama de caja para el contenido de fibra detergente ácido (FDA) en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xanti* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas 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.

Las no leguminosas (32.2 ± 12.6) tuvieron un mayor contenido de FDA que las leguminosas (26.7 ± 5.5), pero esta diferencia solo fue significativa en Primavera. Las leguminosas no tuvieron efecto de la estación de muestreo, sin embargo las no leguminosas tuvieron una mayor concentración de FDA en la Primavera de los tres años (Figura 7). Ambos tipos de planta tuvieron un incremento en el contenido de FDA en 1994, este incremento fue significativo solo para las no leguminosas (Tabla 5).

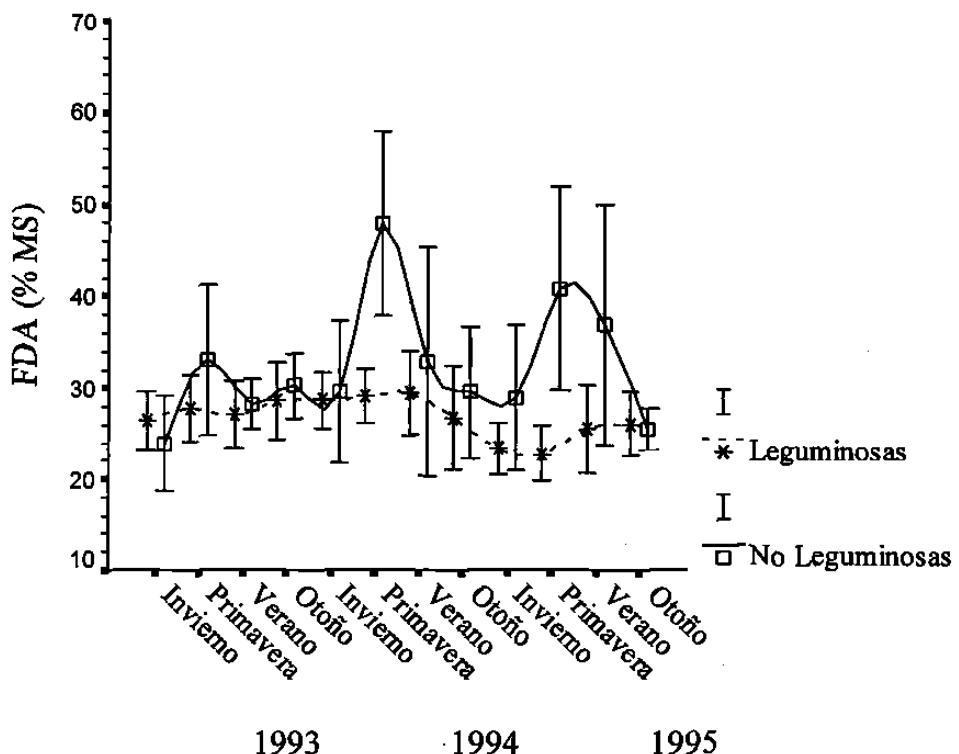


Figura 11. Contenido estacional promedio (\pm EE) de fibra detergente ácido (FDA) en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*,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

Tabla 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.

Especie	FDA				Celulosa			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	29.3	29.9	29.6	28.7	19.9	20.3	20.0	19.9
<i>Acacia peninsularis</i>	27.1	28.1	28.5	29.9	12.6	11.6	12.3	15.0
<i>Cercidium floridum</i>	23.2	20.2	19.5	18.0	10.2	12.1	6.9	4.5
<i>Mimosa xantii</i>	27.0	29.1	27.2	28.1	9.7	10.9	9.2	10.5
<i>Pithecellobium confine</i>	30.3	31.6	36.6	35.3	10.7	11.2	11.9	13.6
<i>Prosopis</i> sp.	23.0	23.7	24.5	23.8	11.1	14.0	11.4	13.6
Leguminosas ¹	26.1 ^a	26.5 ^a	27.3 ^a	27.0 ^a	10.9 ^a	12.0 ^a	10.3 ^a	11.4 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	23.0	50.0	26.1	23.1	6.2	18.3	9.6	8.8
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	23.6	35.6	25.3	23.6	7.6	12.6	10.2	12.1
<i>Lippia palmeri</i>	37.5	50.2	46.7	33.4	18.5	26.4	27.6	21.3
<i>Opuntia cholla</i>	20.3	20.4	21.9	26.5	9.5	12.1	12.8	13.4
<i>Turnera diffusa</i>	32.6	46.6	47.5	35.4	7.7	20.0	20.1	18.7
No Leguminosas ¹	27.4 ^b	40.6 ^a	32.6 ^b	28.4 ^b	9.9 ^b	17.9 ^a	15.2 ^a	14.9 ^a
Efecto: tipo de Planta ²								
Contraste	ns	***	ns	ns	ns	***	**	**
EE	1.9	2.6	2.7	1.6	1.5	1.4	1.6	1.2
Media Estacional ¹	26.8 ^b	33.6 ^a	29.8 ^b	27.7 ^b	10.4 ^c	14.9 ^a	12.7 ^b	13.2 ^{ab}
Efecto: Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	27.4 ^a	28.4 ^a	24.4 ^b		11.5 ^a	12.2 ^a	9.8 ^b	
No Leguminosas	28.8 ^b	35.0 ^a	33.0 ^{ab}		14.0 ^a	15.0 ^a	14.4 ^a	
Media Anual	28.1 ^b	31.6 ^a	28.7 ^b		12.8 ^a	13.5 ^a	12.1 ^a	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

4.2.1.4 Celulosa

En la Figura 8 se aprecia que el rango de variación del contenido de celulosa (% de MS) fue mayor para *Turnera diffusa* (16.6 ± 8.2); sin embargo, todas las especies, excepto *Lippia palmeri* (23.1 ± 7.3) presentaron promedios inferiores al heno de alfalfa (20.0 ± 0.7). *Acacia peninsularis* mostró incremento del contenido de celulosa en el Otoño y *Bursera microphylla* en Primavera.

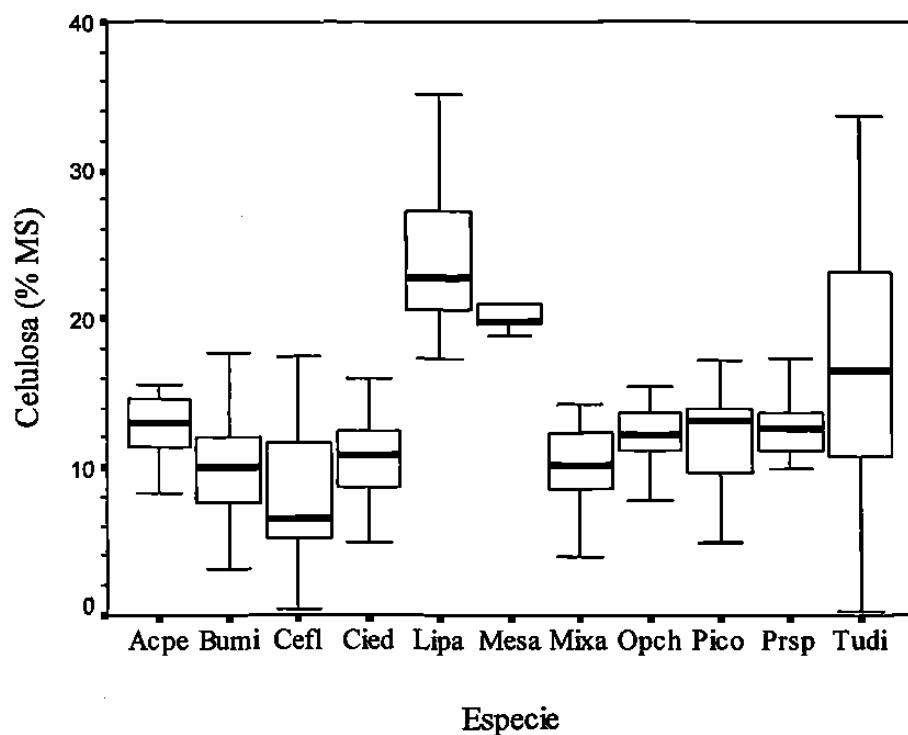


Figura 12. Diagrama de caja para el contenido de celulosa en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *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.

En la Figura 9 se aprecia un mayor contenido de celulosa de las especies no leguminosas (14.5 ± 7.5) que las leguminosas (11.1 ± 4.0). Estas diferencias fueron significativas en Primavera, Verano y Otoño. Las no leguminosas redujeron su contenido de celulosa en Invierno y lo incrementaron en Primavera, mientras que las leguminosas permanecieron sin efecto de estaciones (Tabla 5). Este patrón de cambio estacional fue consistente en los tres años de estudio.

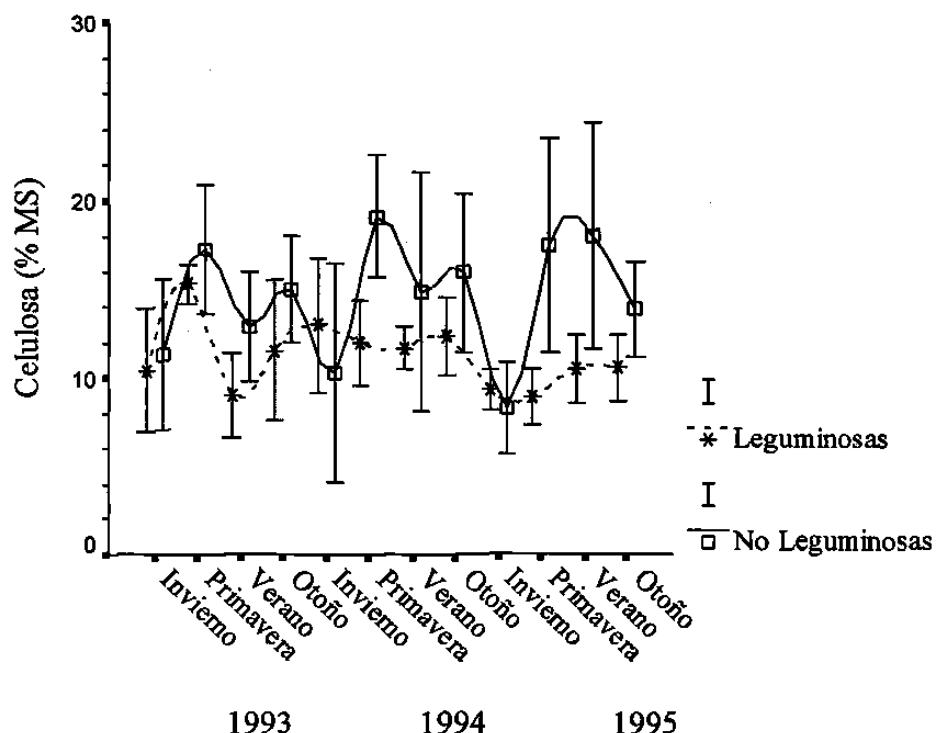


Figura 13. Contenido estacional promedio (\pm EE) de Celulosa en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.2.1.5 *Hemicelulosa*

Opuntia cholla (16.2 ± 9.8) fue la de mayor rango de variación en el contenido de hemicelulosa (% de MS) y junto con *Lippia palmeri* (11.5 ± 4.9) y *Prosopis sp.* (14.5 ± 4.6) fueron las especies que tuvieron mayor contenido de hemicelulosa que el heno de alfalfa (10.0 ± 1.4), mientras que *Bursera microphylla* (4.4 ± 3.2) y *Turnera diffusa* (8.4 ± 7.5) fueron las especies con valores más bajos (Figura 10).

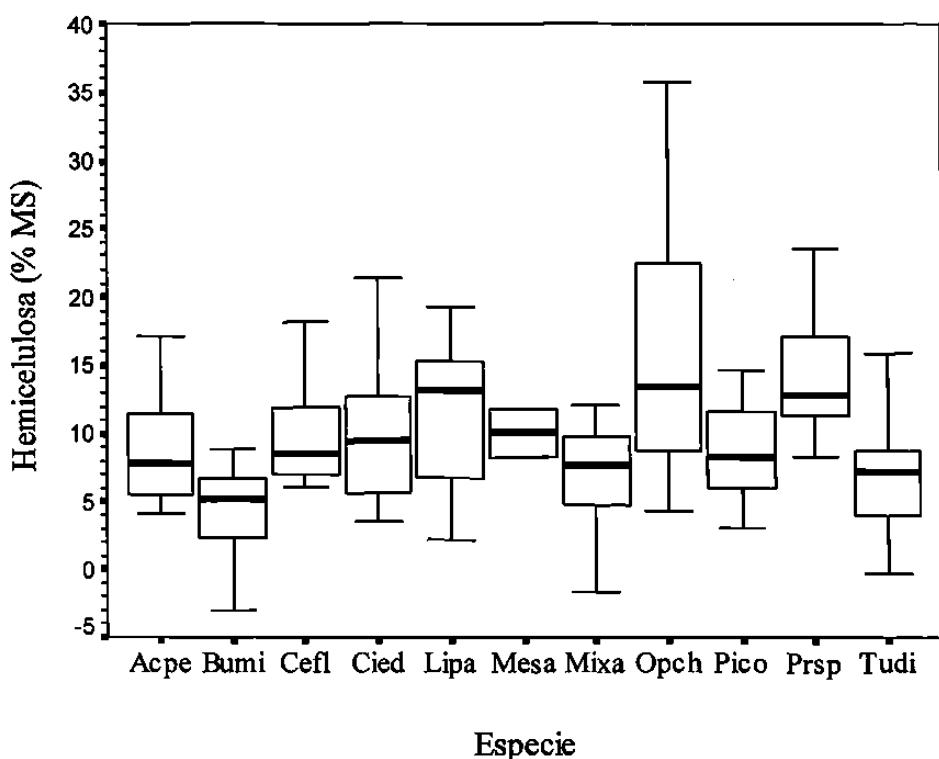


Figura 14. Diagrama de caja para el contenido de hemicelulosa en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *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.

En general, las especies no leguminosas (10.0 ± 7.5) tuvieron una mayor variación en el contenido de hemicelulosa, que las leguminosas (9.9 ± 4.6 ; Figura 11). Las diferencias entre tipo de planta fueron significativas en el Otoño (Tabla 6). Las leguminosas tuvieron una disminución del contenido de hemicelulosa durante la Primavera y Verano. Por su parte, las no leguminosas lo incrementaron durante el Invierno. En esta variable no se aprecia consistencia en la variación estacional del contenido de hemicelulosa a lo largo de los tres años de estudio (Figura 11). Las no leguminosas no tuvieron efecto del año, sin embargo las leguminosas tuvieron una menor concentración durante 1993, cuando hubo una mayor precipitación pluvial promedio anual.

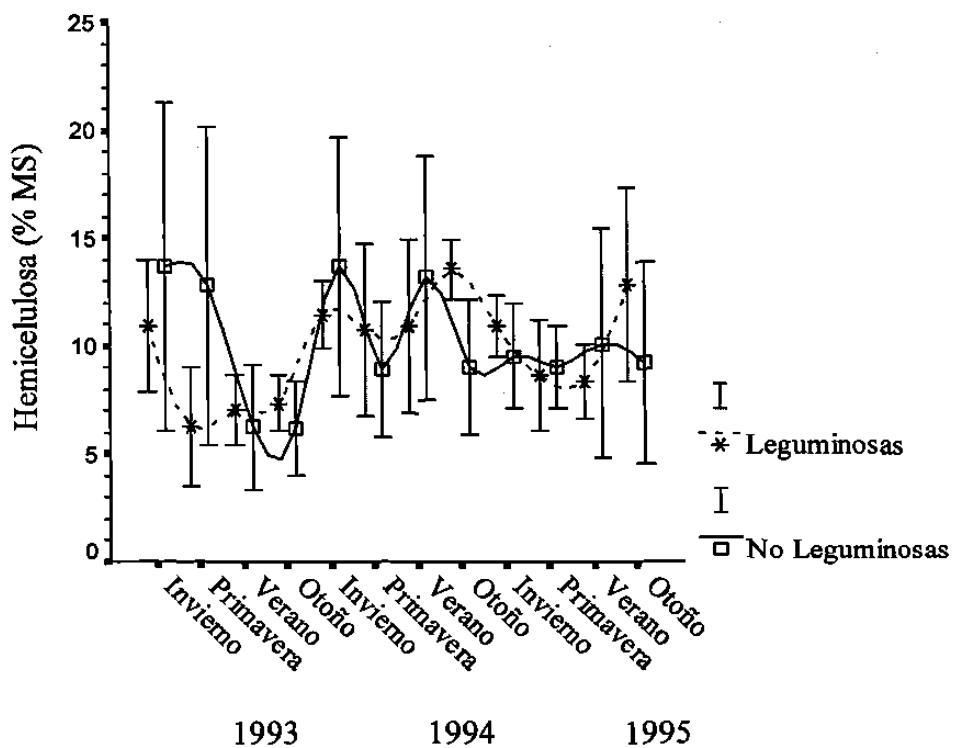


Figura 15. Contenido estacional promedio (\pm EE) de Hemicelulosa en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

Tabla 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..

Especie	Hemicelulosa				Lignina			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	9.9	10.0	10.1	9.9	7.2	7.3	7.0	7.2
<i>Acacia peninsularis</i>	13.2	7.3	6.7	7.7	14.4	16.0	16.0	14.7
<i>Cercidium floridum</i>	10.8	11.1	7.8	9.2	17.1	7.5	12.3	13.3
<i>Mimosa xantii</i>	6.0	3.8	7.7	13.4	15.3	17.1	17.7	17.1
<i>Pithecellobium confine</i>	12.2	6.4	6.5	9.7	19.2	19.5	24.5	21.9
<i>Prosopis</i> sp.	13.1	14.0	14.9	15.9	11.7	9.5	12.1	10.2
Leguminosas ¹	11.1 ^a	8.5 ^b	8.7 ^b	11.2 ^a	15.5 ^a	13.9 ^a	16.5 ^a	15.4 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	5.9	2.5	3.7	5.3	16.4	31.0	16.2	13.9
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	8.7	8.3	15.4	6.9	14.9	22.3	14.9	11.1
<i>Lippia palmeri</i>	9.5	15.1	8.9	11.5	18.4	23.2	18.6	11.1
<i>Opuntia cholla</i>	22.1	15.8	15.9	11.1	10.5	8.2	9.1	11.5
<i>Turnera diffusa</i>	15.1	9.3	3.6	5.5	23.8	25.7	24.4	17.2
No Leguminosas ¹	12.3 ^a	10.2 ^{ab}	9.5 ^{ab}	8.1 ^b	16.8 ^b	22.1 ^a	16.5 ^{bc}	13.0 ^c
Efecto: tipo de Planta ²								
Contraste	ns	ns	ns	*	ns	***	ns	*
EE	1.7	1.6	1.5	1.2	1.7	1.9	1.5	1.0
Media Estacional ¹	11.7 ^a	9.4 ^b	9.1 ^b	9.6 ^{ab}	16.2 ^{ab}	18.0 ^a	16.5 ^a	14.2 ^b
Efecto: Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	7.8 ^b	11.6 ^a	10.1 ^a		15.4 ^{ab}	16.6 ^a	14.1 ^a	
No Leguminosas	9.7 ^a	11.1 ^a	9.4 ^a		14.2 ^b	19.6 ^a	17.6 ^a	
Media Anual	8.8 ^b	11.3 ^a	9.8 ^{ab}		14.8 ^b	18.0 ^a	15.9 ^b	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

4.2.1.6 Lignina

Todas las especies tuvieron un mayor contenido de lignina (% de MS) que el heno de alfalfa (7.2 ± 0.3). *Bursera microphylla* (19.3 ± 8.3), *Pithecellobium confine* (21.3 ± 5.0) y *Turnera diffusa* (22.8 ± 9.0) fueron las de mayor contenido, mientras que *Cercidium floridum* (12.5 ± 5.2), *Opuntia cholla* (9.8 ± 2.1) y *Prosopis sp.* (10.9 ± 1.8) las de menor contenido promedio de lignina (Figura 12).

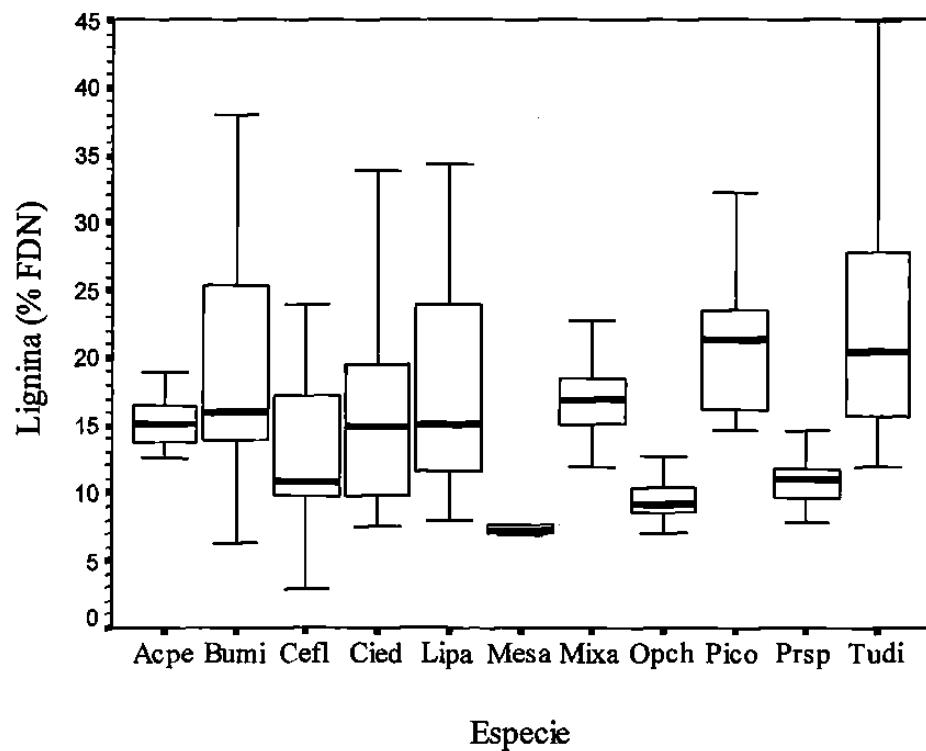


Figura 16. Diagrama de caja para el contenido de lignina en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *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.

A diferencia de las especies leguminosas (15.4 ± 5.2), las no leguminosas (17.1 ± 8.3) variaron la concentración de lignina según la estación del año (Figura 13). Las diferencias entre ambos tipos de plantas fueron evidentemente significativas en la Primavera y en el Otoño (Tabla 6). En la Primavera las no leguminosas incrementaron significativamente la concentración de lignina, mientras que en el Otoño la redujeron. Las leguminosas no se vieron afectada por la estación de muestreo o el año de estudio, sin embargo las no leguminosas tuvieron un menor contenido de lignina en 1993 cuando la precipitación pluvial fue mayor.

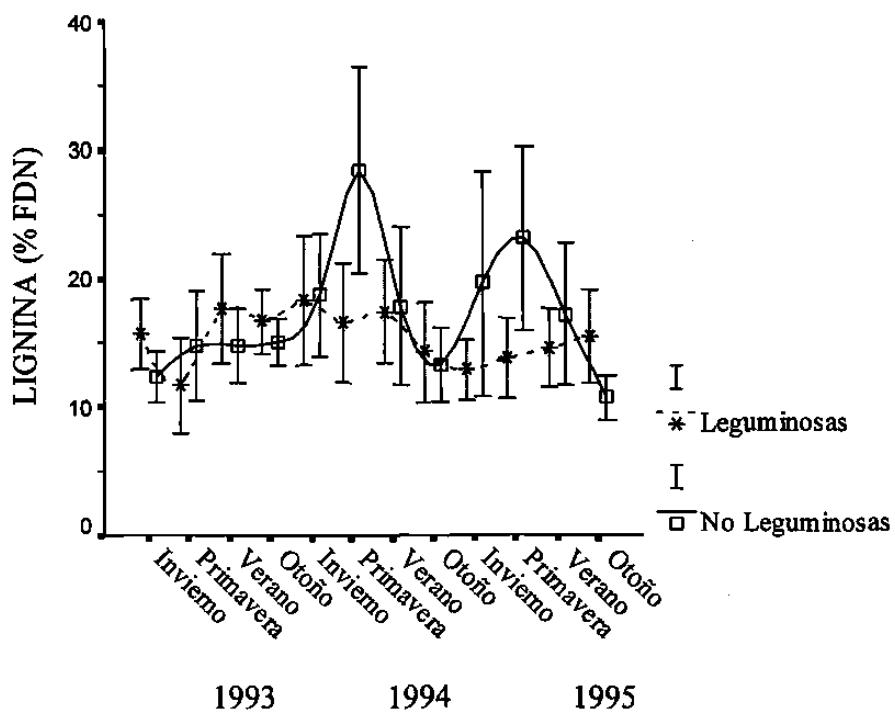


Figura 17. Contenido estacional promedio (\pm EE) de lignina en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.2.2 Taninos

Lippia palmeri, *Opuntia cholla* y *Prosopis sp.* al igual que el heno de alfalfa tuvieron concentraciones de taninos muy bajas o no tuvieron (< 1 % de MS). *Cercidium floridum* (9.3 ± 2.8) fue la especie con un mayor contenido promedio (Figura 14), sin embargo, solamente *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii* y *Opuntia cholla* redujeron el contenido de taninos durante la Primavera (Tabla 7).

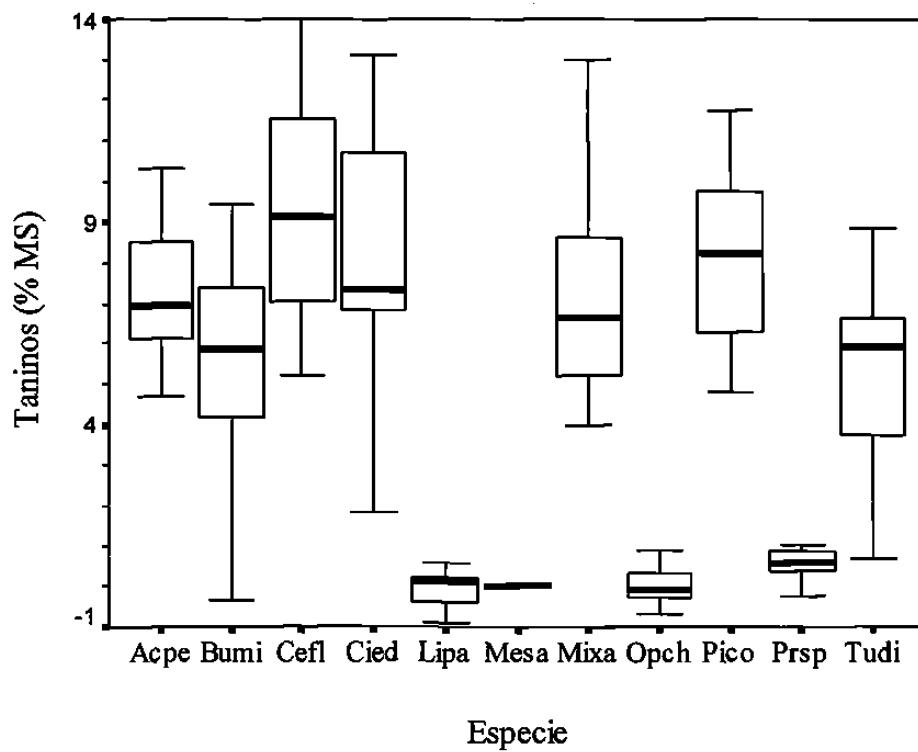


Figura 18. Diagrama de caja para el contenido de taninos en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *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.

Tabla 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.

Especie	Taninos				Extracto Etéreo			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	2.9	3.1	2.5
<i>Acacia peninsularis</i>	7.6	7.1	7.5	6.8	6.5	6.7	15.5	7.8
<i>Cercidium floridum</i>	8.8	8.1	9.9	10.4	5.3	8.0	8.1	8.2
<i>Mimosa xantii</i>	6.5	5.9	7.4	8.8	6.6	10.2	8.7	7.4
<i>Pithecellobium confine</i>	7.9	7.4	8.5	8.4	8.1	10.1	10.9	9.1
<i>Prosopis sp.</i>	0.2	0.4	0.6	0.9	5.4	7.9	10.4	5.4
Leguminosas ¹	6.2 ^a	5.8 ^a	6.8 ^a	7.0 ^a	6.4 ^c	8.6 ^b	10.7 ^a	7.6 ^{bc}
<i>Bursera microphylla</i>	4.4	5.9	6.1	5.7	8.5	7.5	10.7	8.2
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	8.3	6.9	8.4	9.0	7.2	7.1	8.9	11.0
<i>Lippia palmeri</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	7.9	7.1	7.3
<i>Opuntia cholla</i>	0.0	0.0	0.0	0.2	5.3	5.9	8.3	4.8
<i>Turnera diffusa</i>	6.9	4.0	5.5	6.0	5.6	5.6	8.3	8.5
No Leguminosas ¹	3.9 ^a	3.3 ^a	4.2 ^a	4.1 ^a	6.7 ^c	6.8 ^{bc}	8.8 ^a	8.0 ^{ab}
Efecto: Tipo de Planta ²								
Contraste	*	**	*	**	ns	**	*	ns
EE	.95	.90	1.0	1.0	.50	.57	.79	.72
Media Estacional ¹	5.1 ^a	4.5 ^a	5.6 ^a	5.6 ^a	6.6 ^c	7.7 ^b	9.8 ^a	7.8 ^b
Efecto:Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	4.7 ^c	6.4 ^b	8.3 ^a		6.9 ^b	8.7 ^a	9.3 ^a	
No Leguminosas	3.1 ^b	3.4 ^{ab}	5.1 ^a		7.1 ^a	7.9 ^a	7.6 ^a	
Media Anual	3.9 ^b	4.9 ^b	6.7 ^a		7.0 ^b	8.3 ^a	8.5 ^a	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

En la Figura 15 se aprecia un mayor efecto del año de estudio en leguminosas que en no leguminosas. El contenido promedio de taninos en las leguminosas (6.5 ± 3.7) fue mayor que en las no leguminosas (3.9 ± 3.9) en todas las estaciones de muestreo (Tabla 7). En ambos tipos de plantas el contenido de taninos fue menor en 1993, cuando la precipitación pluvial fue mayor.

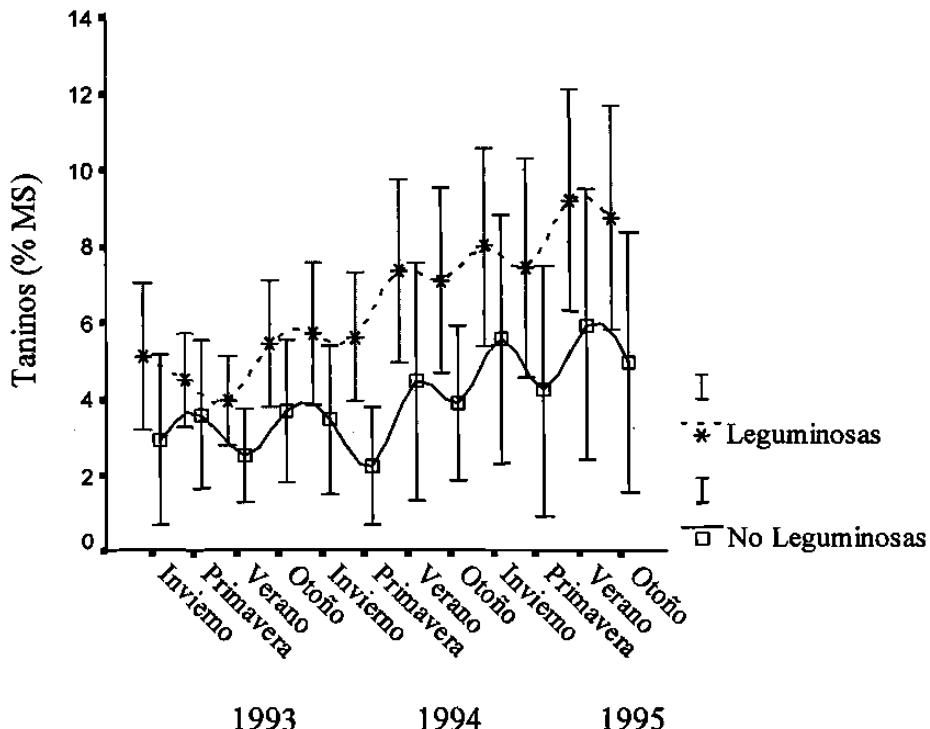


Figura 19. Contenido estacional promedio (\pm EE) de Taninos en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.2.3 Extracto etéreo (EE)

Mientras que el heno de alfalfa tuvo un contenido de EE inferior al 5% de MS, todas las especies estudiadas resultaron con valores promedio entre 5 y 10% (Figura 16). *Acacia peninsularis* y *Prosopis sp.* incrementaron su contenido de EE durante el Verano,

Mimosa xantii en la Primavera, mientras que *Turnera diffusa* disminuyó en el Invierno y la Primavera (Tabla 7).

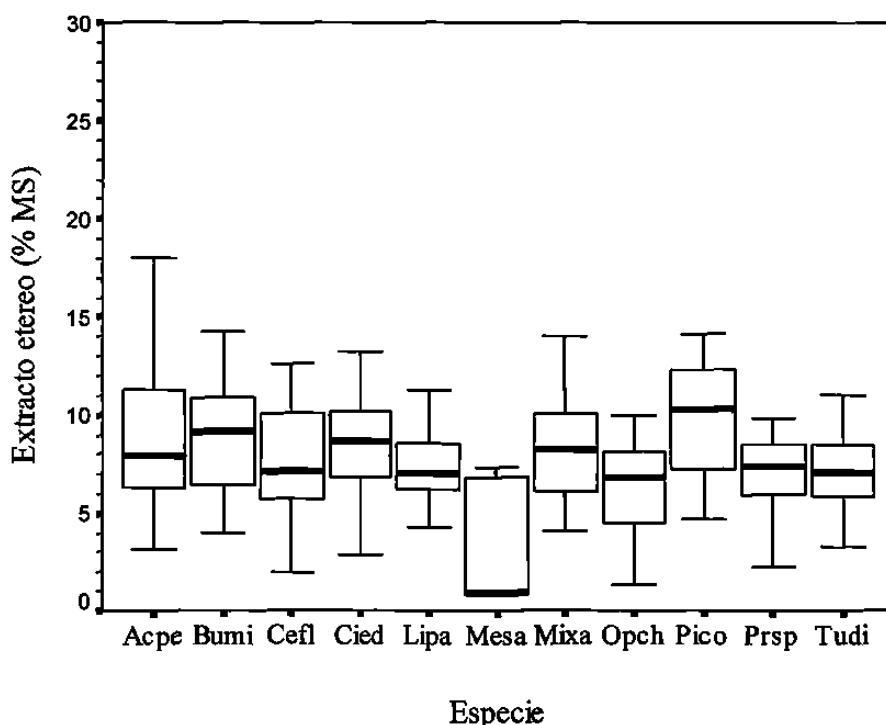


Figura 20. Diagrama de caja para el contenido de extracto etéreo en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis* sp. (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *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.

De manera general, el contenido de EE en leguminosas (8.3 ± 3.4) fue similar al de las no leguminosas (7.6 ± 2.7), existiendo diferencia significativa entre estos tipos de plantas en Primavera y Verano (Tabla 7). Ambos tipos de planta incrementaron su contenido de EE de manera significativa del Invierno al Verano, para después disminuir en el Otoño. Las no leguminosas no tuvieron efecto de año, pero las leguminosas tuvieron un menor contenido de EE durante 1993. Este comportamiento estacional en el contenido de EE fue más consistente en las leguminosas durante los tres años de estudio (Figura 17).

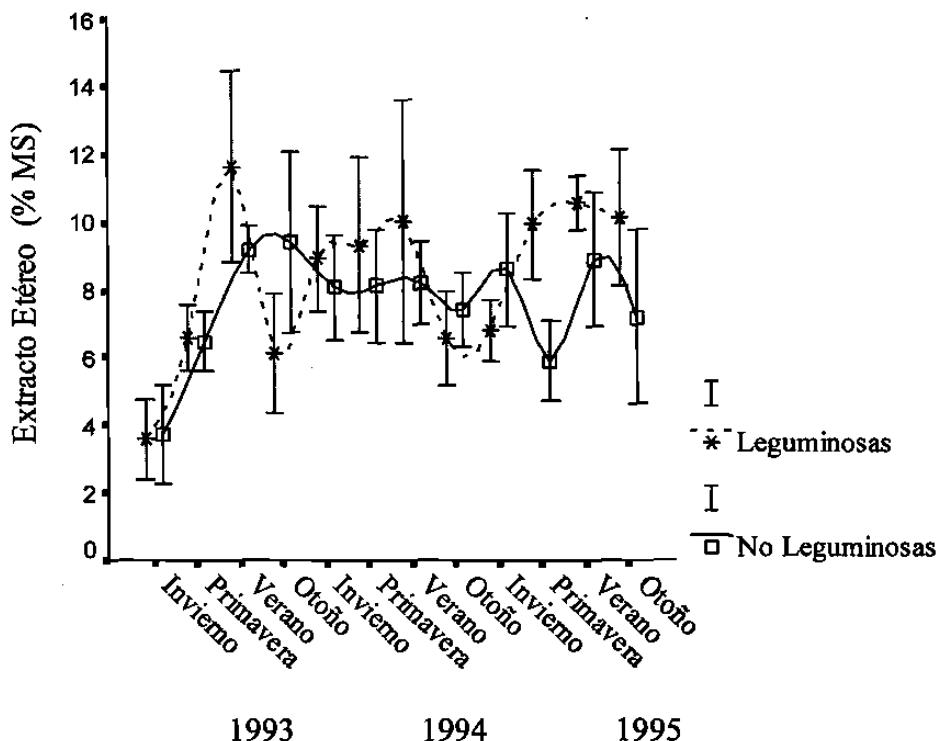


Figura 21. Contenido estacional promedio (\pm EE) de extracto etéreo en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xanti*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.2.4 Materia orgánica (MO)

Opuntia cholla (84.7 ± 3.3) fue notablemente la especie con menor contenido de MO (% de MS) comparada con el resto de las especies. Todas las especies estudiadas tuvieron igual o mayor concentración de MO que el heno de alfalfa (88.8 ± 0.2). *Opuntia cholla* y *Lippia palmeri* (92.1 ± 2.6) fueron las especies con mayor rango de variación a lo largo de las estaciones de muestreo (Figura 18). A excepción de *Opuntia cholla*, todas las especies tuvieron en promedio de un 90 a 94 % de MO.

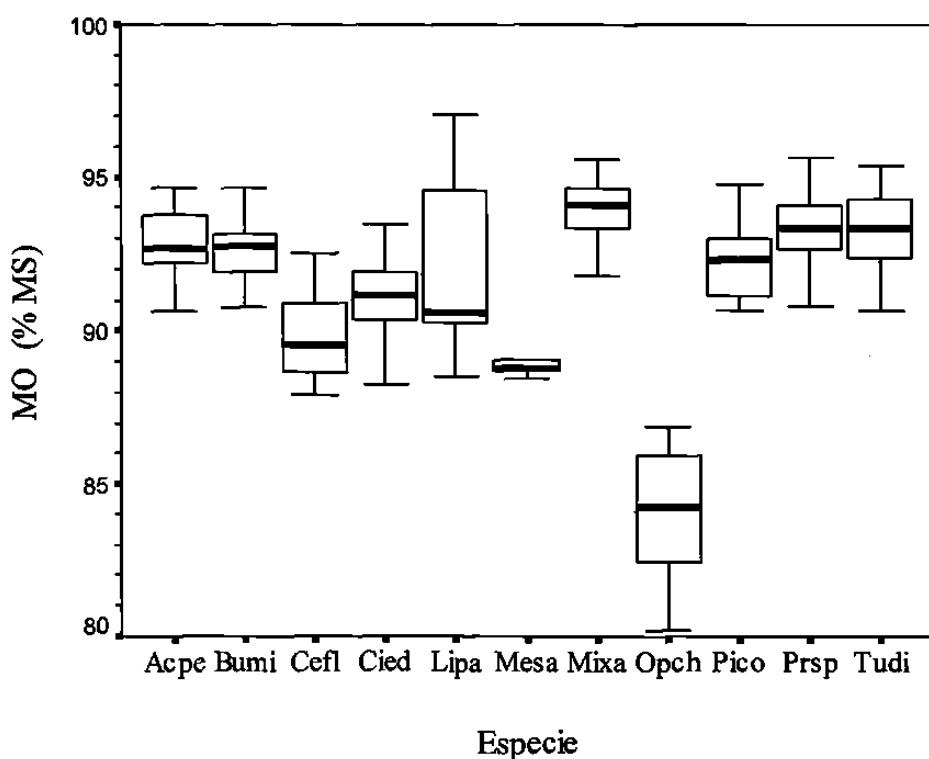


Figura 22. Diagrama de caja para el contenido de materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no 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.

Las no leguminosas tuvieron un variación mayor que las leguminosas en todas las estaciones muestreadas, especialmente durante la Primavera y el Verano (Figura 19). Solamente en Invierno y Otoño existió diferencia significativa entre leguminosas y no leguminosas en el contenido de MO (Tabla 8), sin embargo, no existió diferencia debido a la estación o año de estudio para ambos tipos de planta.

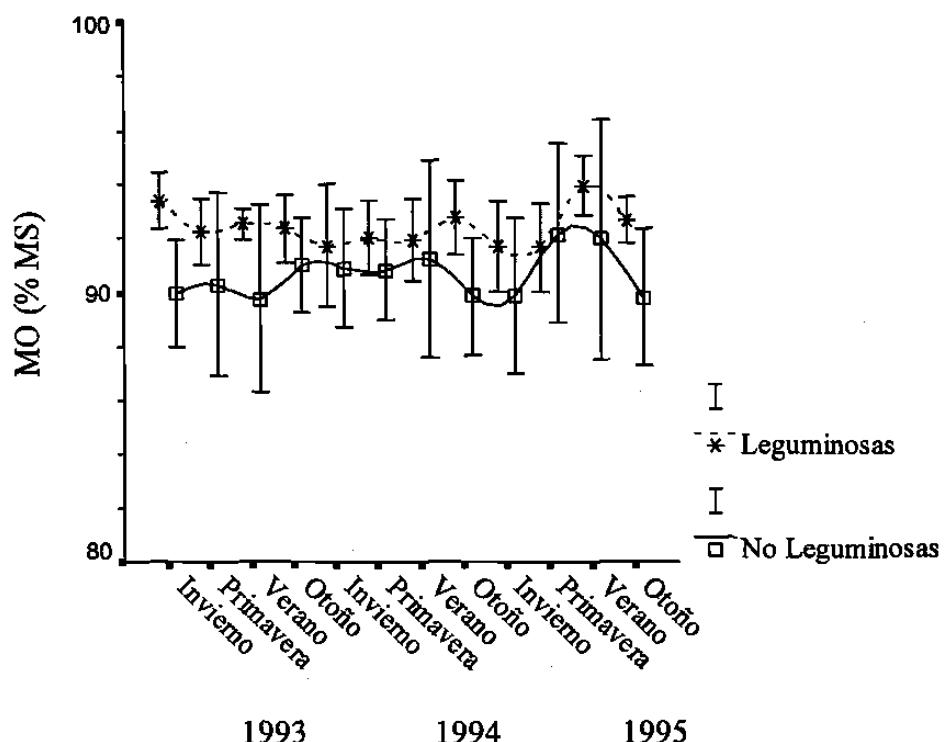


Figura 23. Contenido estacional promedio (\pm EE) de materia orgánica en especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia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

Tabla 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.

Especie	Materia Orgánica			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	87.5	88.0	88.8	87.8
<i>Acacia peninsularis</i>	93.0	91.4	93.4	93.1
<i>Cercidium floridum</i>	88.5	89.4	90.8	89.7
<i>Mimosa xantii</i>	94.1	93.3	94.4	93.9
<i>Pithecellobium confine</i>	92.3	91.1	92.9	92.8
<i>Prosopis sp.</i>	93.2	94.3	92.3	93.3
Leguminosas ¹	92.2 ^a	91.9 ^a	92.7 ^a	92.6 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	92.3	92.0	93.8	92.5
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	89.5	91.5	93.2	90.2
<i>Lippia palmeri</i>	91.2	93.6	93.4	90.1
<i>Opuntia cholla</i>	87.4	84.0	81.9	85.1
<i>Turnera diffusa</i>	90.5	94.0	93.2	93.0
No Leguminosas ¹	90.2 ^a	91.0 ^a	90.9 ^a	90.2 ^a
Efecto: Tipo de Planta ²				
Contraste	**	ns	ns	***
EE	.70	.83	1.0	.63
Media Estacional ¹	91.2 ^a	91.5 ^a	91.9 ^a	91.4 ^a
Efecto:Año ¹	1993	1994	1995	
Leguminosas	92.6 ^a	92.1 ^a	92.5 ^a	
No Leguminosas	90.2 ^a	90.6 ^a	90.9 ^a	
Media Anual	91.4 ^a	91.4 ^a	91.7 ^a	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

4.2.5 Fracciones de Proteína

En base a la significancia y los valores de F, los efectos principales en orden de importancia fueron el tipo de planta, la estación y el año de estudio, excepto para PIDN-PIDA. La interacción año x estación fue más importante para determinar el contenido de PC, mientras que la interacción estación x tipo de planta fue más importante para determinar PIDN y PIDA. Para la variable PIDN-PIDA la interacción año x tipo de planta fue mas determinante (Tabla 9).

Tabla 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.

Efecto	PC	PIDN	PIDA	PIDN-PIDA
Año	5.3 **	9.4 ***	11.6 ***	2.3 ns
Estación	16.0 ***	9.8 ***	30.9 ***	1.6 ns
Tipo de planta	331.4 ***	35.6 ***	72.7 ***	0.8 ns
Año x Estación	14.5 ***	3.5 **	4.6 ***	2.5 *
Año x Tipo de planta	0.1 ns	1.1 ns	1.0 ns	11.6 ***
Estación x Tipo de planta	1.7 ns	7.5 ***	17.1 ***	1.4 ns
Año x Estación x Tipo de planta	1.4 ns	0.3 ns	0.5 ns	1.5 ns

PIDN = Proteína insoluble en detergente neutro,

PIDA = Proteína insoluble en detergente ácido,

PIDN-PIDA = Proteína disponible de la pared celular.

*** = P<0.001; ** = P<0.01; * = P<0.05; ns = no significativa.

4.2.5.1 Proteína cruda (PC)

La especie con mayor variación en el contenido de PC (% de MS) a través de las estaciones de muestreo fue *Lippia palmeri* (8.3 ± 4.0), aunque esta especie junto con *Bursera microphylla* (8.9 ± 2.3), *Opuntia cholla* (6.0 ± 2.8) y *Turnera diffusa* (8.5 ± 2.5)

tuvieron los valores promedio más bajos. Únicamente *Prosopis sp.* (19.4 ± 3.4) superó y *Pithecellobium confine* (16.9 ± 3.7) igualó al heno de alfalfa (16.1 ± 2.7 ; Figura 20). Algunas especies mostraron una reducción significativa del contenido de PC durante la Primavera (*Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Lippia palmeri* y *Turnera diffusa*) o el Verano (*Cyrtocarpa edulis*). En general las leguminosas tuvieron significativamente un mayor contenido de PC (15.8 ± 3.9) que las no leguminosas (8.7 ± 3.5 ; Tabla 10); la diferencia entre tipo de plantas fue significativa en todas las estaciones.

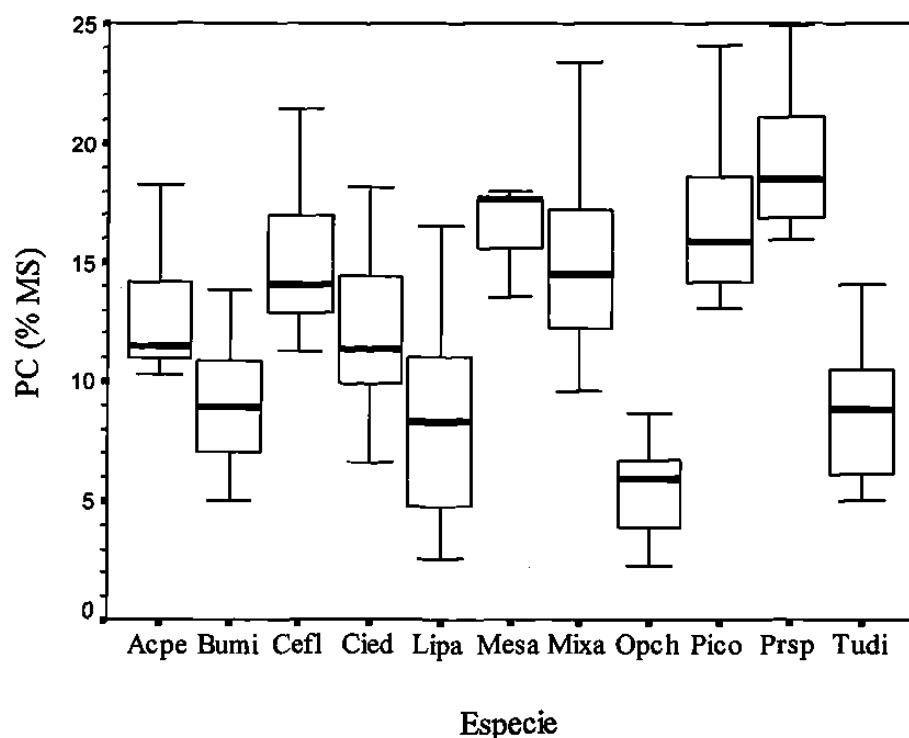


Figura 24. Diagrama de caja para el contenido de proteína cruda en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *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.

Tabla 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.

Especie	PC				PIDN			
	Inviero	Primavera	Verano	Otoño	Inviero	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	15.6	17.7	15.6	15.6	14.4	12.0	15.7	14.4
<i>Acacia peninsularis</i>	13.8	10.8	11.5	13.9	35.5	29.6	30.8	30.7
<i>Cercidium floridum</i>	17.1	12.4	13.8	16.8	28.1	33.6	28.4	28.3
<i>Mimosa xantii</i>	14.4	11.6	17.9	16.2	25.8	30.3	21.6	23.9
<i>Pithecellobium confine</i>	19.6	15.8	14.7	17.5	30.2	29.3	29.9	33.8
<i>Prosopis</i> sp.	21.4	18.6	17.6	20.0	23.8	20.4	18.9	20.4
Leguminosas ¹	17.3 ^a	13.8 ^c	15.1 ^{bc}	16.9 ^{ab}	28.7 ^a	28.6 ^a	25.9 ^a	27.4 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	9.2	7.5	9.5	9.6	26.0	59.3	26.4	27.7
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	11.6	10.6	10.4	15.1	34.5	44.6	46.8	25.4
<i>Lippia palmeri</i>	9.3	4.8	7.5	11.2	44.7	53.6	53.3	32.8
<i>Opuntia cholla</i>	5.1	4.3	7.5	7.2	30.5	32.1	23.9	27.8
<i>Turnera diffusa</i>	8.9	5.9	8.9	10.2	29.0	35.5	29.8	25.1
No Leguminosas ¹	8.8 ^b	6.6 ^c	8.9 ^b	10.7 ^a	32.9 ^{bc}	45.0 ^a	34.8 ^b	27.8 ^c
Efecto: Tipo de Planta								
Contraste	***	***	***	***	ns	***	**	ns
EE	1.0	0.8	0.8	0.8	2.5	3.0	2.9	1.8
Media Estacional ¹	13.0 ^{ab}	10.2 ^c	12.1 ^b	13.8 ^a	30.8 ^b	36.8 ^a	30.2 ^b	27.6 ^b
Efecto:Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	16.0 ^a	15.0 ^a	16.3 ^a		23.0 ^c	31.9 ^a	28.1 ^b	
No Leguminosas	9.0 ^{ab}	7.8 ^b	9.4 ^a		33.3 ^a	38.1 ^a	34.3 ^a	
Media Anual	12.5 ^a	11.5 ^b	12.8 ^a		28.1 ^c	34.9 ^a	31.2 ^b	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

Durante la Primavera, ambos tipos de plantas manifestaron su contenido mas bajo de PC, sin embargo, en las especies no leguminosas también se redujo significativamente la concentración de PC durante 1994, mientras que las leguminosas no se afectaron significativamente por el año pero si disminuyeron su contenido de PC en este mismo año. En 1994 ambos tipos de plantas incrementaron su concentración de PC durante el Otoño, después de la temporada de lluvias (Figura 21).

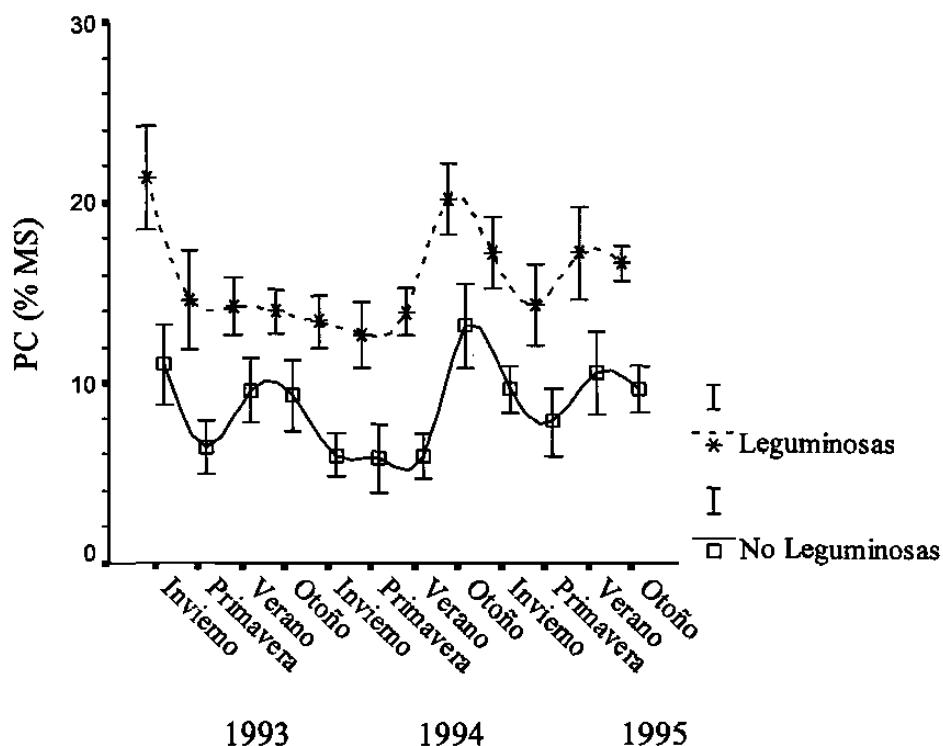


Figura 25. Contenido estacional promedio (\pm EE) de proteína cruda (PC) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*,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

4.2.5.2 Proteína insoluble en detergente neutro (PIDN)

Todas la especies estudiadas tuvieron valores superiores al heno de alfalfa (14.1 ± 5.9) en concentración de PIDN (% de PC), sin embargo, *Bursera microphylla* (34.9 ± 16.2), *Cyrtocarpa edulis* (37.8 ± 10.9), *Lippia palmeri* (45.4 ± 15.4) y *Turnera diffusa* (29.9 ± 9.6) fueron más variables a través de las estaciones de muestreo (Figura 22).

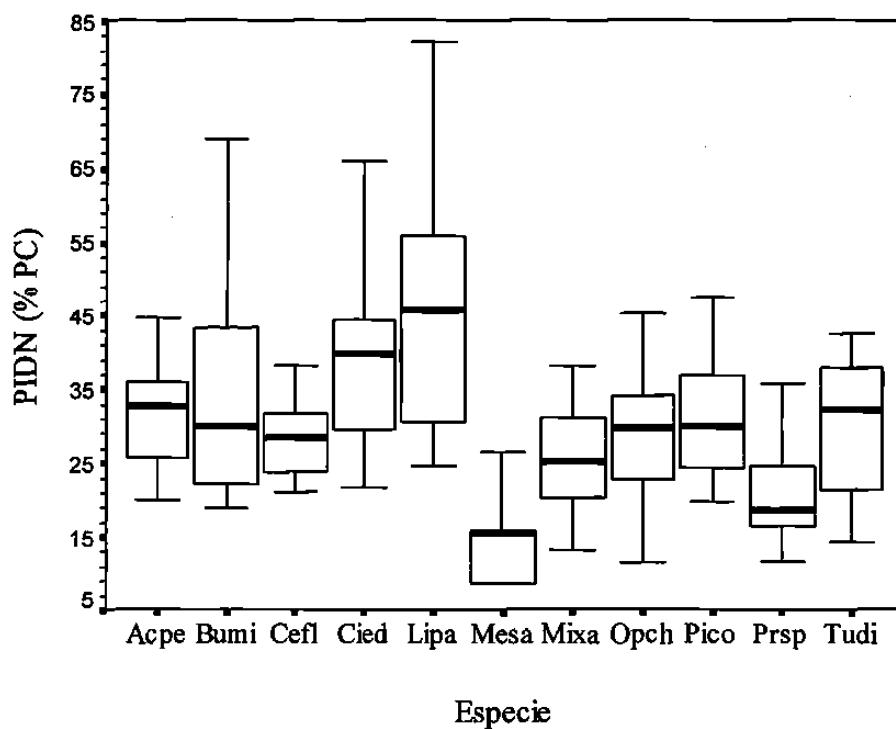


Figura 26. Diagrama de caja para el contenido de proteína insoluble en detergente neutro en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco 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.

El contenido de PIDN en las no leguminosas (35.1 ± 13.6) fue mayor y más variable a través de las estaciones de muestreo que las leguminosas (27.7 ± 8.0). Esta diferencia se manifestó sobre todo durante la Primavera (Figura 23); sin embargo, las diferencias

entre especies fueron significativas en la Primavera y el Verano (Tabla 10). Las no leguminosas tuvieron significativamente un mayor contenido de PIDN durante la Primavera, mientras que las leguminosas no tuvieron efecto significativo de la estación de muestreo; sin embargo, en las leguminosas el contenido de PIDN fue mayor en 1994, el año de menor precipitación pluvial, y al parecer esta variable está correlacionada con la precipitación media anual. En las no leguminosas el efecto del año no fue significativo, pero sin embargo tuvieron la misma tendencia.

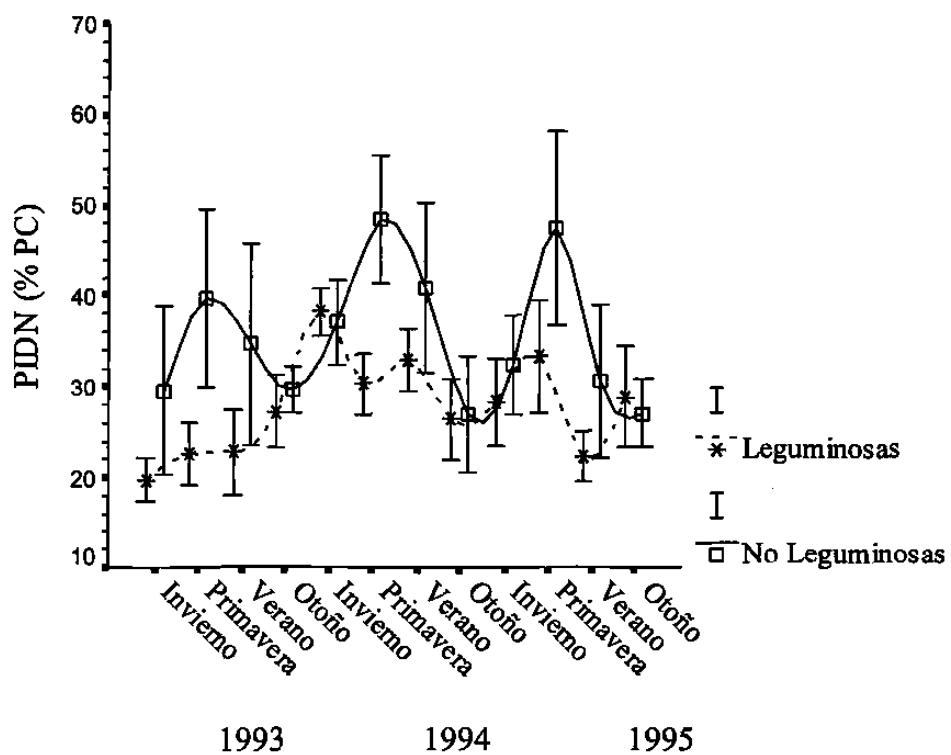


Figura 27. Contenido estacional promedio (\pm EE) de proteína insoluble en detergente neutro en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xanti*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*,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

4.2.5.3 Proteína insoluble en detergente ácido (PIDA).

Todas las especies estudiadas tuvieron valores superiores al heno de alfalfa (6.0 ± 1.7) en PIDA (% de PC), sin embargo, *Bursera microphylla* (28.6 ± 16.0), *Cyrtocarpa edulis* (21.9 ± 9.8), *Lippia palmeri* (31.0 ± 15.9) y *Turnera diffusa* (26.0 ± 12.8) fueron más variables a través de las estaciones de muestreo (Figura 24).

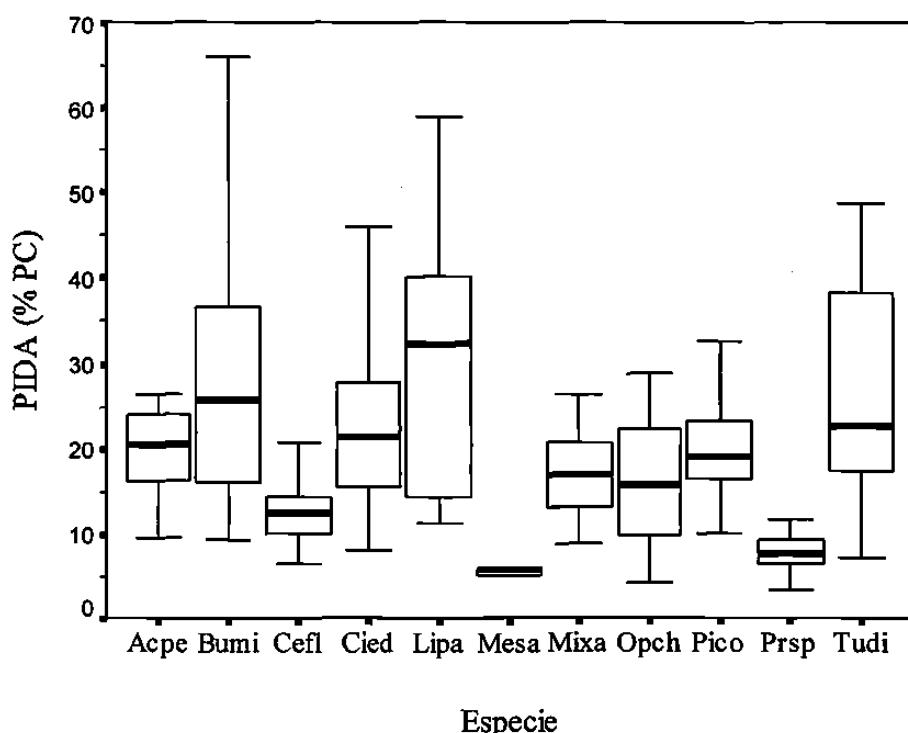


Figura 28. Diagrama de caja para el contenido de proteína insoluble en detergente ácido en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies 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.

En la Figura 25 se observa un mayor y más variable contenido de PIDA en las no leguminosas (24.6 ± 13.6) en comparación con las leguminosas (15.7 ± 6.9) a lo largo de las estaciones de muestreo. Esta diferencia en contenido de PIDA fueron significativas

en la Primavera, Verano y Otoño (Tabla 11). Mientras que las leguminosas no mostraron efecto de estación, las no leguminosas incrementaron de manera significativa su contenido de PIDA durante la Primavera y Verano, siendo la Primavera la estación de mayor contenido de PIDA.

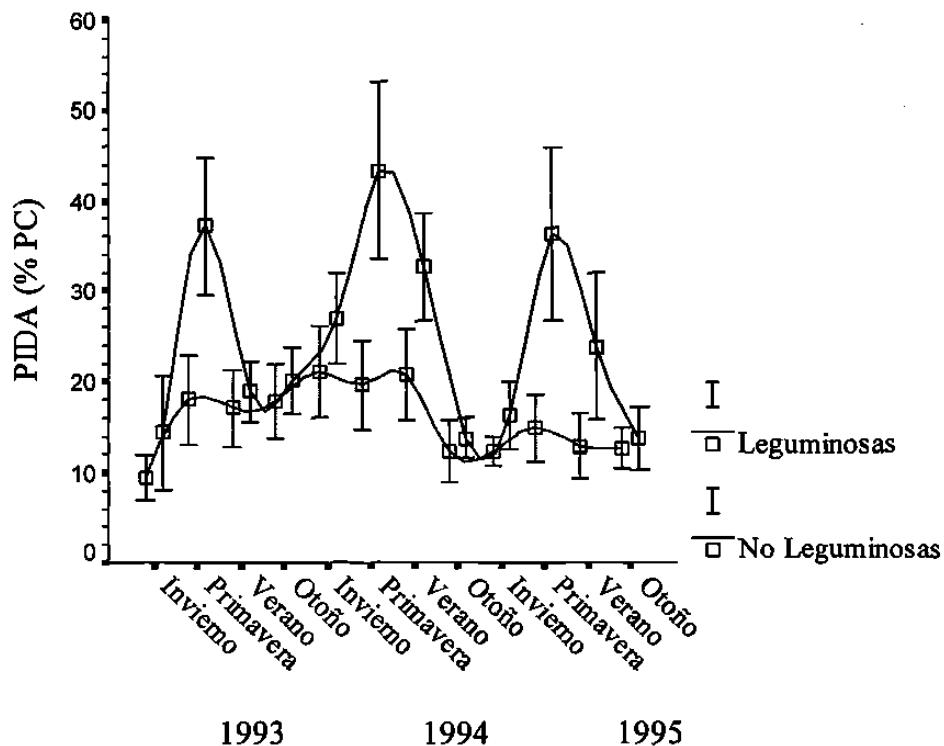


Figura 29. Contenido estacional promedio (\pm EE) de proteína insoluble en detergente ácido en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*,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

Tabla 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.

Especie	PIDA				PIDN-PIDA			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	6.6	5.3	5.3	6.6	7.7	6.6	10.3	7.7
<i>Acacia peninsularis</i>	16.1	21.5	22.3	18.7	19.4	8.0	8.4	11.9
<i>Cercidium floridum</i>	16.3	13.0	15.7	11.1	11.8	20.6	12.6	17.1
<i>Mimosa xantii</i>	16.4	22.1	13.8	14.6	9.3	8.2	7.7	9.2
<i>Pithecellobium confine</i>	15.0	23.1	23.7	19.3	15.2	6.1	6.2	14.5
<i>Prosopis</i> sp.	7.4	7.2	8.7	7.2	16.3	13.1	10.1	13.2
Leguminosas ¹	14.2 ^a	17.4 ^a	16.9 ^a	14.2 ^a	14.4 ^a	11.2 ^{ab}	9.0 ^b	13.2 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	19.7	51.0	24.6	19.1	6.3	11.4	5.0	8.5
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	15.5	32.2	26.4	13.4	19.0	12.4	20.4	11.9
<i>Lippia palmeri</i>	28.3	49.7	27.3	17.6	16.3	19.0	25.9	15.2
<i>Opuntia cholla</i>	14.9	21.3	16.3	11.2	15.5	10.8	7.5	16.6
<i>Turnera diffusa</i>	16.9	40.4	28.8	17.8	12.1	5.0	5.4	7.3
No Leguminosas ¹	19.1 ^{bc}	38.9 ^a	24.5 ^b	15.8 ^c	13.8 ^a	12.4 ^a	13.0 ^a	11.9 ^a
Efecto: Tipo de Planta ²								
Contraste	*	***	**	ns	ns	ns	ns	ns
EE	2.1	2.8	2.3	2.4	1.7	2.4	2.7	2.0
Media Estacional ¹	16.6 ^a	28.1 ^c	20.5 ^b	15.0 ^a	14.1 ^a	11.7 ^{ab}	10.8 ^b	12.5 ^{ab}
Efecto: Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	15.5 ^b	18.4 ^a	13.1 ^b		7.4 ^b	13.4 ^a	15.0 ^a	
No Leguminosas	22.6 ^b	28.9 ^a	22.5 ^b		14.9 ^a	10.6 ^b	12.9 ^{ab}	
Media Anual	19.0 ^b	23.5 ^a	17.8 ^b		10.9 ^b	12.1 ^{ab}	14.0 ^a	

¹ Medias dentro de hileras para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

4.2.5.4 Proteína disponible de la pared celular (PIDN-PIDA)

Bursera microphylla (7.9 ± 7.6) *Mimosa xantii* (8.6 ± 4.9) y *Turnera diffusa* (8.1 ± 5.8) fueron las especies con contenido menor de PID-PIDA (% de PC), pero similar al heno de alfalfa (8.1 ± 4.9). *Lippia palmeri* (18.4 ± 13.2) fue la de mayor contenido promedio y la más variable a lo largo de las estaciones de muestreo (Figura 26).

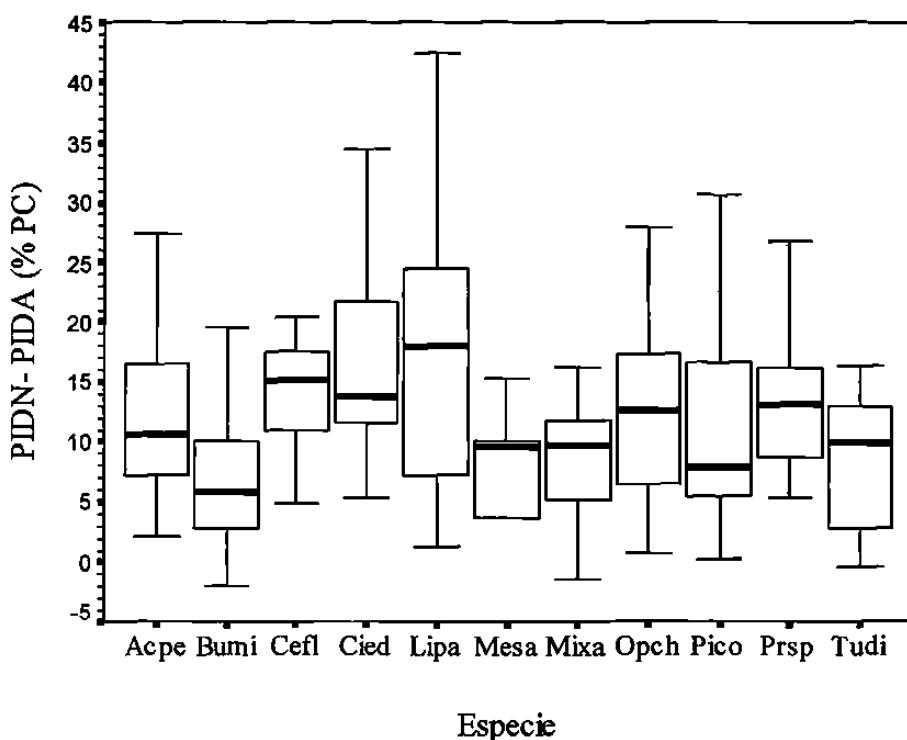


Figura 30. Diagrama de caja para el contenido de proteína disponible de la pared celular (PIDN-PIDA) en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) 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.

Para las leguminosas (11.9 ± 7.0), en general existió efecto de la estación de muestreo con una disminución en el contenido de esta fracción durante la Primavera y el Verano, así como también, efecto del año de estudio con un contenido menor de PIDN-PIDA durante 1993, el año de mayor precipitación pluvial (Tabla 11). En las no leguminosas

(12.8 ± 9.2) no existió efecto de año o estación de muestreo, sin embargo, no existieron diferencias significativas entre tipos de plantas a excepción de la Primavera y Verano de 1993, cuando las leguminosas redujeron el contenido de PIDN-PIDA, mientras que las no leguminosas lo incrementaron (Figura 27).

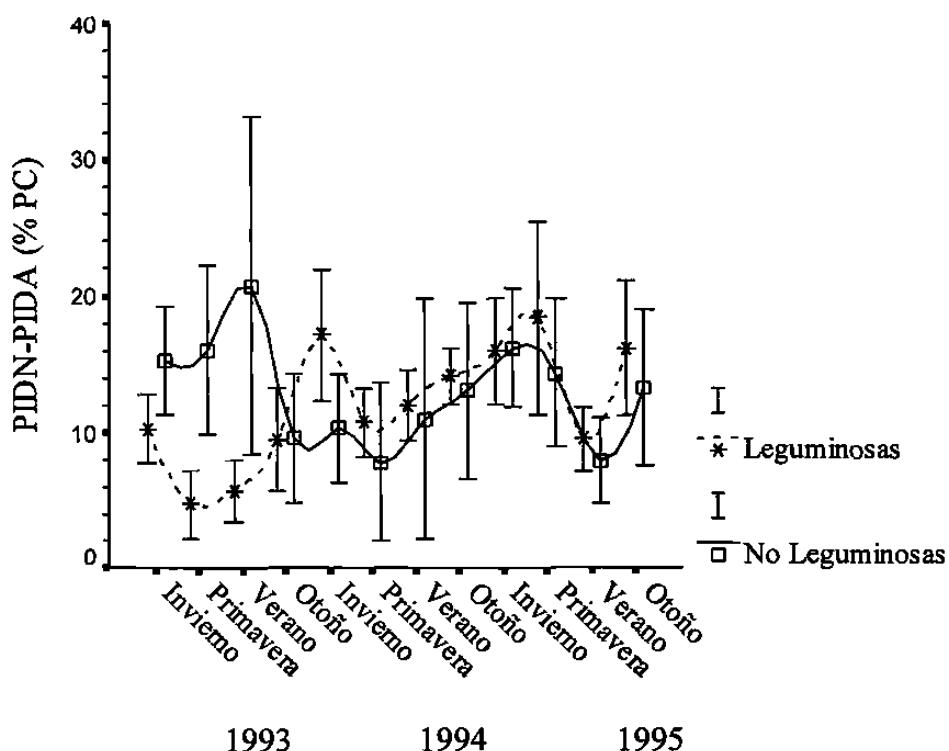


Figura 31. Contenido estacional promedio (\pm EE) de proteína disponible de la pared celular en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*,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

4.3 Degradabilidad Ruminal de la Materia Orgánica y Proteína Cruda

4.3.1 Degradabilidad Ruminal de la Materia Orgánica

De los efectos principales, el tipo de planta fue el de mayor importancia en determinar la fracción *a*, *kd* y DEMO (Tabla 12), seguido por el efecto de la estación y del año para DEMO; sin embargo, la interacción estación x tipo de planta fue mas determinante de la DEMO que el solo efecto de la estación y que cualquier otro tipo de interacción. Esta interacción también fue importante en determinar las fracciones *a* y *b*.

Tabla 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.

Efecto	Fracción <i>a</i>	Fracción <i>b</i>	<i>kd</i>	DEMO
Año	8.8 ***	1.0 ns	25.2 ***	13.0 ***
Estación	7.7 ***	9.9 ***	7.2 ***	18.2 ***
Tipo de planta	38.3 ***	.23 ns	104.6 ***	35.6 ***
Año x Estación	1.8 ns	4.3 ***	3.6 **	2.6 *
Año x Tipo de planta	5.0 **	.94 ns	4.7 **	13.3 ***
Estación x Tipo de planta	7.2 ***	7.4 ***	1.3 ns	22.6 ***
Año x Estación x Tipo de planta	1.5 ns	5.1 ***	5.4 ***	3.6 ***

*** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$, ns = no significativa.

4.3.1.1 Fracción soluble (fracción *a*) de materia orgánica.

Lippia palmeri (6.2 ± 6.1) y *Turnera diffusa* (8.5 ± 7.6) tuvieron las medias más bajas, en tanto que *Opuntia cholla* (50.5 ± 4.4) y *Prosopis sp.* (48.4 ± 4.9) presentaron las mas altas de fracción *a* de MO (% de MO), superando incluso al heno de alfalfa (42.3 ± 6.5),

mientras que *Bursera microphylla* (41.9 ± 12.5) tuvo el mayor rango de variación durante las estaciones de muestreo (Figura 28).

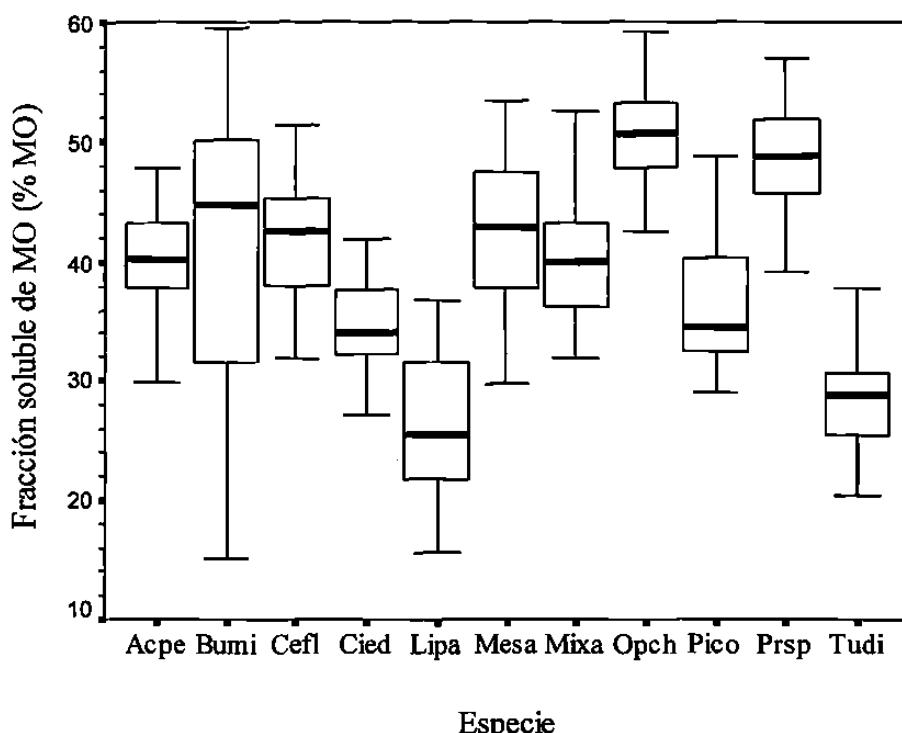


Figura 32. Diagrama de caja para el contenido de fracción soluble (*a*) de la materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis* sp. (Prsp) y 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.

Algunas de las especies no leguminosas redujeron la fracción *a* durante la Primavera (*Bursera microphylla* y *Turnera diffusa*) y el Verano (*Lippia palmeri* y *Turnera diffusa*). Por el contrario, algunas de las leguminosas incrementaron esta fracción en la Primavera (*Acacia peninsularis* y *Pithecellobium confine*) y el Verano (*Acacia peninsularis*); sin embargo, solamente las no leguminosas mostraron una disminución significativa de esta fracción durante la Primavera (Tabla 13). Por otro lado, solo las leguminosas tuvieron efecto del año de estudio, con una fracción soluble menor durante el año de mayor precipitación pluvial.

Tabla 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.

Especie	Fracción <i>a</i>				Fracción <i>b</i>			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	39.1	43.2	46.4	40.4	40.0	34.0	33.1	38.9
<i>Acacia peninsularis</i>	36.9	41.3	42.6	38.8	35.9	33.6	38.2	36.7
<i>Cercidium floridum</i>	41.5	39.1	42.6	44.0	44.3	41.2	43.4	41.3
<i>Mimosa xantii</i>	42.5	39.6	39.0	41.2	29.7	30.7	32.5	35.8
<i>Pithecellobium confine</i>	36.4	40.8	36.2	34.1	23.0	17.4	19.2	24.1
<i>Prosopis sp.</i>	46.3	46.7	50.5	50.0	24.4	25.8	17.3	23.7
Leguminosas ¹	40.7 ^a	41.5 ^a	42.2 ^a	41.6 ^a	31.5 ^a	29.8 ^a	30.1 ^a	32.3 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	43.7	22.4	52.1	49.4	27.6	15.9	27.9	28.1
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	34.3	31.0	35.4	37.1	42.2	24.2	46.8	40.1
<i>Lippia palmeri</i>	28.2	23.8	21.0	29.9	34.9	19.1	29.1	40.2
<i>Opuntia cholla</i>	50.0	49.6	52.9	49.4	29.2	26.1	23.9	23.5
<i>Turnera diffusa</i>	30.9	24.3	24.4	34.5	27.2	21.4	46.8	27.1
No Leguminosas ¹	37.4 ^a	30.2 ^b	38.3 ^a	40.1 ^a	32.2 ^a	21.3 ^b	35.3 ^a	31.8 ^a
Efecto: Tipo de Planta ²								
Contraste	*	***	ns	ns	ns	***	*	ns
EE	1.3	1.5	2.0	1.4	1.7	2.1	2.9	1.7
Media Estacional ¹	39.1 ^a	35.9 ^b	40.3 ^a	40.9 ^a	31.8 ^a	25.5 ^b	32.6 ^a	32.1 ^a
Efecto: Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	38.2 ^c	41.1 ^b	45.2 ^a		31.4 ^a	30.0 ^a	31.4 ^a	
No Leguminosas	36.6 ^a	35.4 ^a	37.4 ^a		32.1 ^a	29.4 ^a	28.7 ^a	
Media Anual	37.4 ^b	38.3 ^b	41.3 ^a		31.7 ^a	29.7 ^a	30.0 ^a	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$, ns = no significativa.

En la Figura 29 se aprecia que a diferencia de las especies leguminosas (41.5 ± 6.3), las especies no leguminosas (36.5 ± 11.7) mostraron una marcada variación estacional de esta fracción, manifestándose esto en diferencias significativas entre ambos tipos de plantas en Invierno, pero más notoriamente en Primavera (Tabla 13), siendo consistente este patrón estacional en los tres años de estudio.

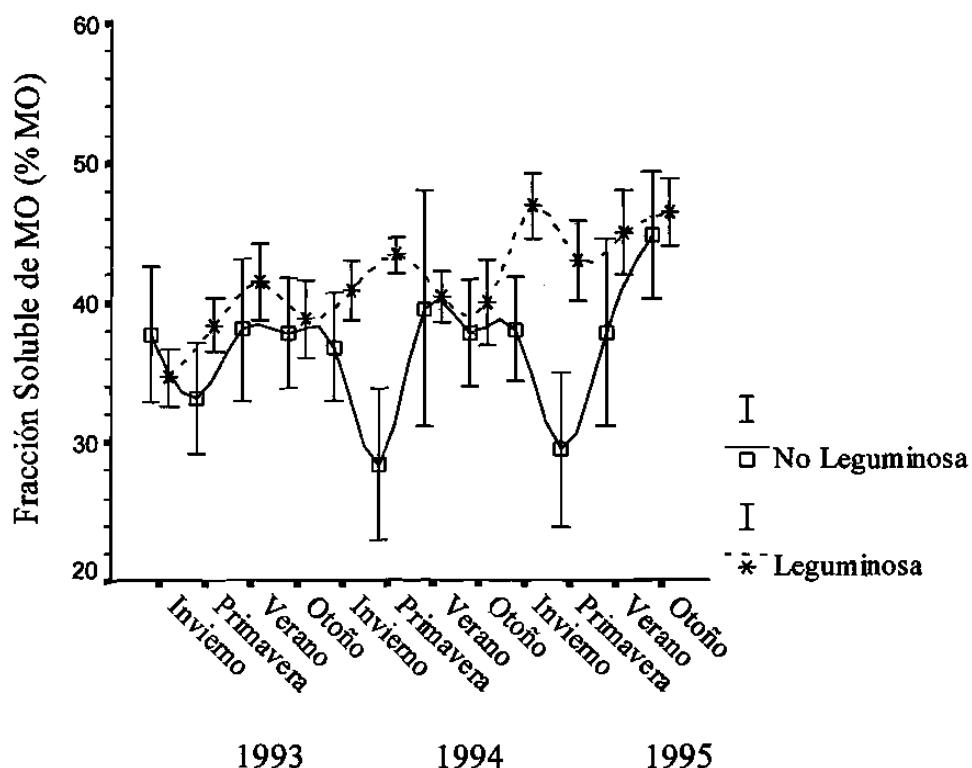


Figura 33. Contenido estacional promedio (\pm EE) de fracción soluble de materia orgánica en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*,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

4.3.1.2 Fracción potencialmente degradable (fracción b) de la materia orgánica

Cercidium floridum (42.5 ± 7.7) fue la especie con la media mayor en fracción b de MO (% de la MO), superando incluso al heno de alfalfa (36.5 ± 9.0). *Pithecellobium confine* (20.9 ± 4.5) y *Prosopis sp.* (22.8 ± 7.3) fueron las más bajas y *Lippia palmeri* (31.0 ± 20.0) fue la especie más variable (Figura 30).

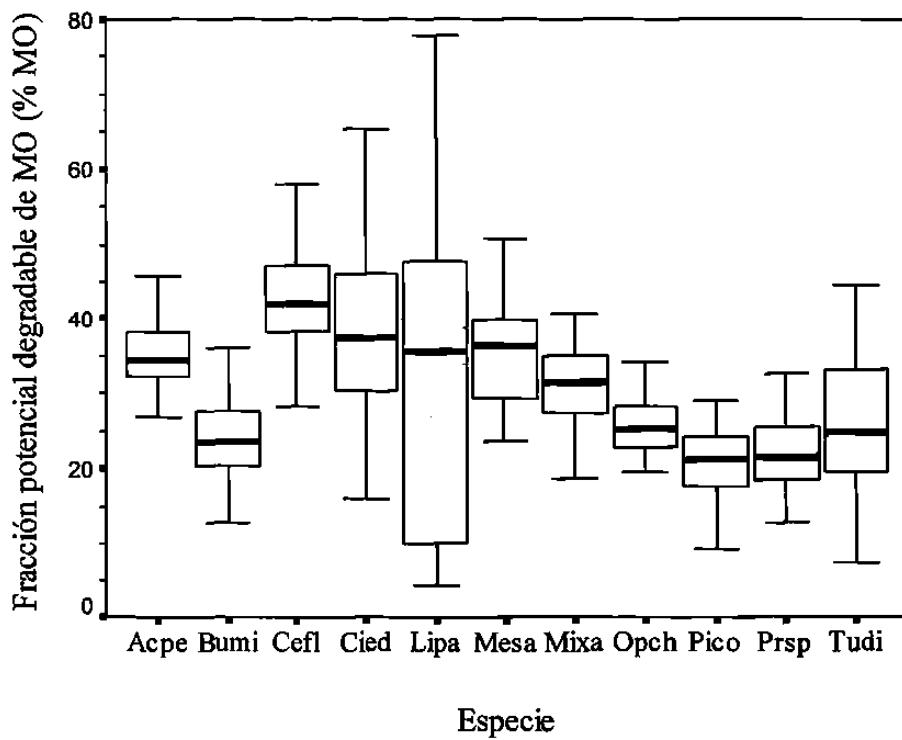


Figura 34. Diagrama de caja para el contenido de fracción potencialmente degradable (*b*) de la materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis* 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.

Bursera microphylla, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri* y *Pithecellobium confine* redujeron esta fracción durante la Primavera, en el Verano *Pithecellobium confine* permaneció con una reducida fracción *b* (Tabla 13). Aunque no existieron diferencias estadísticas debido al año entre no leguminosas (30.1 ± 14.9) y leguminosas (30.9 ± 10.5), ambos tipos de plantas se comportaron de manera diferente a través de las estaciones (Figura 31), las no leguminosas redujeron la fracción *b* de materia orgánica durante la Primavera (Tabla 13), pero las leguminosas no mostraron variación debido a la estación, por lo que hubo diferencias significativas entre tipos de planta en Primavera y Verano.

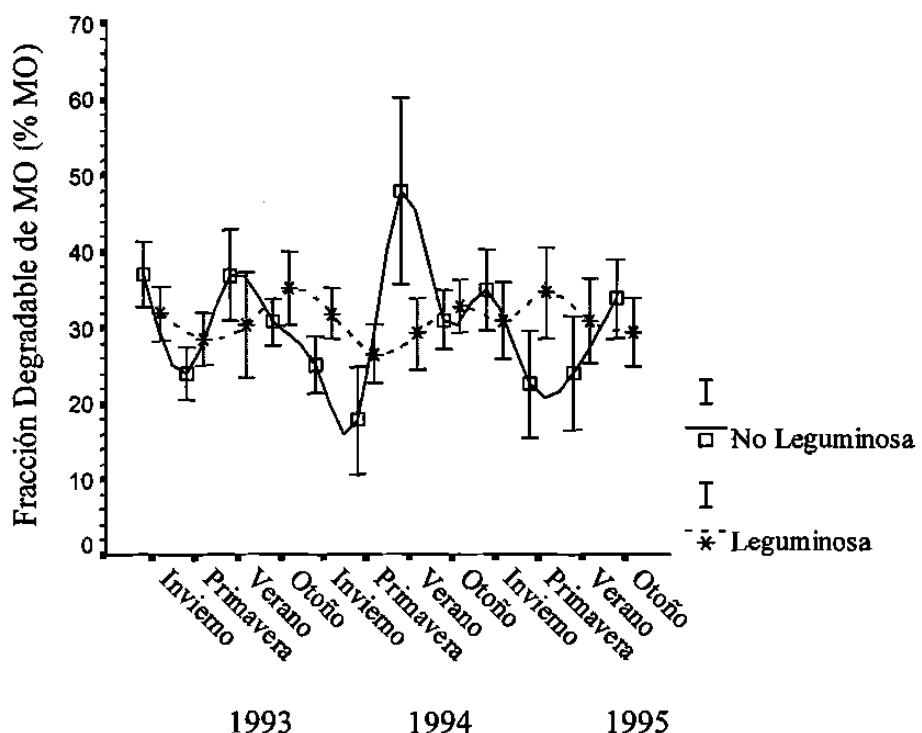


Figura 35. Contenido estacional promedio (\pm EE) de fracción degradable (b) de materia orgánica en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*,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

4.3.1.3 Tasa de degradación (kd) de la materia orgánica

Todas las especies estudiadas tuvieron una menor tasa de degradación (%/h) de MO que el heno de alfalfa (13.5 ± 4.3). *Acacia peninsularis* (4.3 ± 2.2), *Cyrtocarpa edulis* (4.8 ± 3.8), *Mimosa xantii* (4.4 ± 3.5) y *Pithecellobium confine* (4.7 ± 3.2) fueron las especies con menor tasa de degradación promedio a lo largo de las estaciones de muestreo, *Bursera microphylla* (10.0 ± 4.7) y *Turnera diffusa* (11.5 ± 6.1) fueron las de mayor variación (Figura 32).

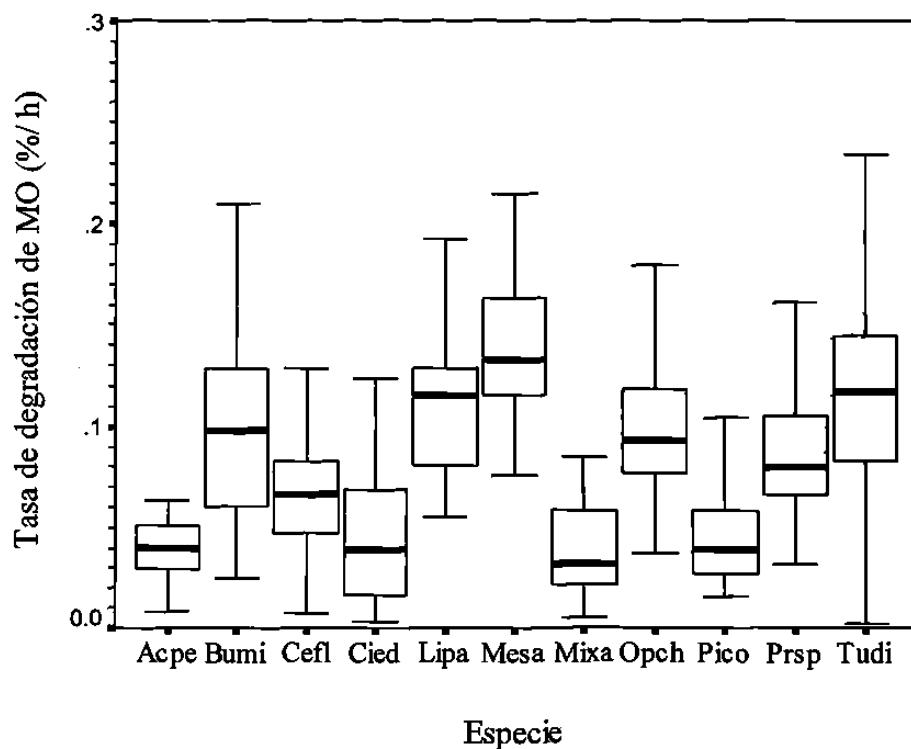


Figura 36. Diagrama de caja para la tasa de degradación (*kd*) de la materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies 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.

La tasa de degradación de MO difirió entre leguminosas (5.6 ± 3.4) y no leguminosas (9.4 ± 5.0) en todas las estaciones de muestreo (Tabla 14), siendo mayor en las plantas no leguminosas.

Tabla 14.

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

Especie	Tasa de Degradación				DEMO			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	11.1	17.2	13.3	12.4	65.2	66.3	67.0	69.2
<i>Acacia peninsularis</i>	4.7	5.1	3.6	4.0	57.9	60.8	61.9	59.3
<i>Cercidium floridum</i>	6.2	8.9	5.2	6.1	70.2	69.2	67.2	70.2
<i>Mimosa xantii</i>	5.4	6.1	3.6	2.4	59.6	59.7	56.9	58.3
<i>Pithecellobium confine</i>	6.8	6.4	3.1	2.4	50.4	51.9	47.1	46.1
<i>Prosopis</i> sp.	9.5	8.4	8.4	6.9	62.5	61.6	60.7	62.9
Leguminosas ¹	6.5 ^a	7.0 ^a	4.8 ^b	4.4 ^b	60.1 ^a	60.6 ^a	58.8 ^a	59.4 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	10.7	9.4	11.2	8.6	62.0	30.5	68.9	67.3
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	6.5	7.7	1.1	3.9	62.3	45.5	49.3	58.5
<i>Lippia palmeri</i>	11.4	9.0	12.1	11.2	54.1	32.2	42.8	60.1
<i>Opuntia cholla</i>	8.7	10.5	11.3	8.7	69.4	65.9	67.4	64.4
<i>Turnera diffusa</i>	12.5	12.1	8.2	13.2	48.5	33.7	40.6	52.0
No Leguminosas ¹	9.9 ^a	9.7 ^a	8.6 ^a	9.1 ^a	59.2 ^{ab}	41.5 ^c	54.6 ^b	60.5 ^a
Efecto: Tipo de Planta ²								
Contraste	***	***	***	***	ns	***	ns	ns
EE	.60	.80	.80	.7	1.5	2.1	2.4	1.4
Media Estacional ¹	8.2 ^a	8.4 ^a	6.6 ^b	6.7 ^b	59.7 ^a	51.1 ^c	56.7 ^b	56.9 ^a
Efecto: Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	4.8 ^b	5.5 ^b	6.6 ^a		55.3 ^c	58.9 ^b	64.9 ^a	
No Leguminosas	7.3 ^c	9.0 ^b	11.7 ^a		56.6 ^a	49.5 ^b	55.5 ^a	
Media Anual	6.1 ^c	7.2 ^b	9.1 ^a		56.0 ^b	54.3 ^b	60.2 ^a	

¹ Medias dentro de hileras para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$, ns = no significativa.

Las leguminosas incrementaron su tasa de degradación en Invierno y Primavera, mientras que las no leguminosas no tuvieron efecto de estación, sin embargo, las leguminosas fueron consistentes en el comportamiento estacional de la tasa de degradación durante los tres años de estudio y las no leguminosas tuvieron un comportamiento muy variable y no bien definido (Figura 33). Ambos tipos de planta incrementaron significativamente su tasa de degradación de 1993 a 1995.

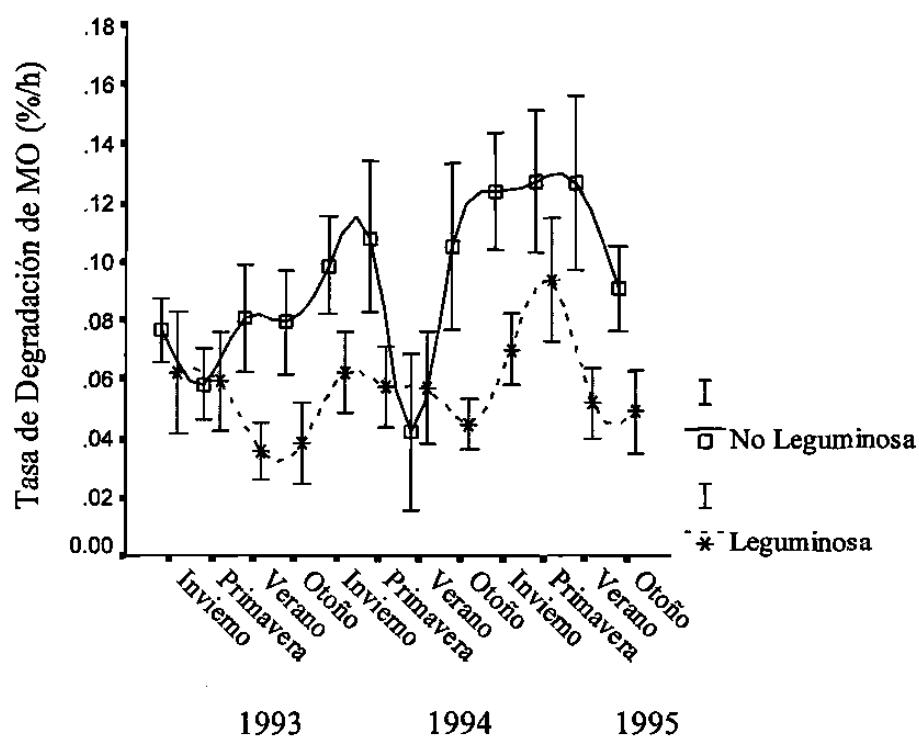


Figura 37. Tasa estacional de degradación (kd) de la de materia orgánica (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa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

4.3.1.4 Degradabilidad efectiva de la materia orgánica.

Cercidium floridum (69.2 ± 5.6), *Opuntia cholla* (66.8 ± 3.5) tuvieron un promedio similar al heno de alfalfa (66.9 ± 5.5) en degradabilidad efectiva de MO (% de MO), *Pithecellobium confine* (48.9 ± 5.5) y *Turnera diffusa* (43.7 ± 13.1) fueron las de menor degradabilidad efectiva, *Lippia palmeri* (47.7 ± 19.5) fue la más variable a lo largo de las estaciones de muestreo (Figura 34).

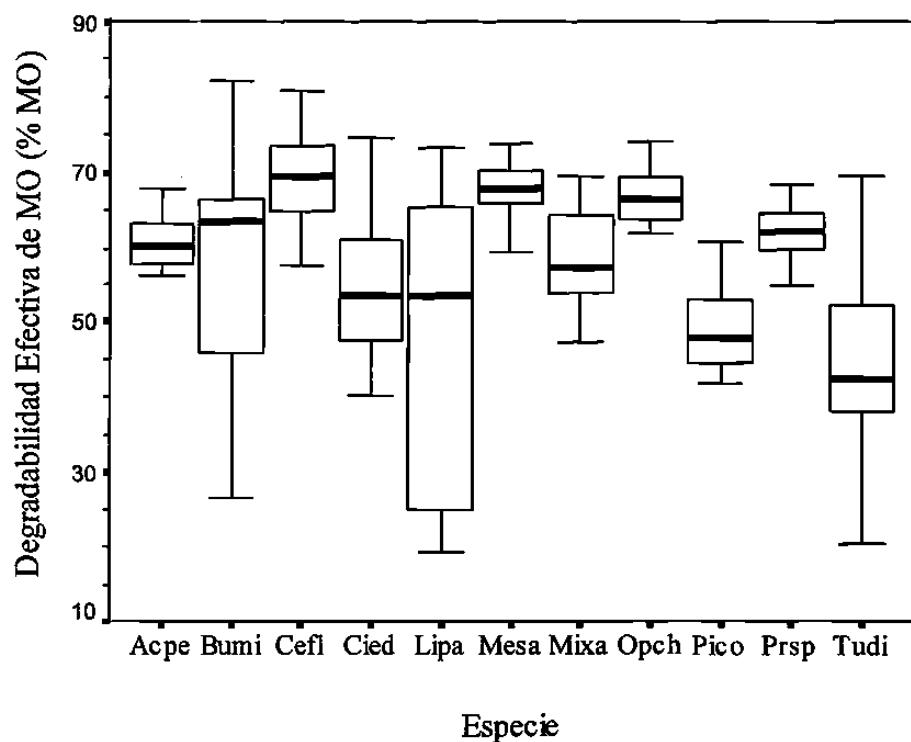


Figura 38. Diagrama de caja para la degradabilidad efectiva de la materia orgánica en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies 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.

Algunas especies de plantas tuvieron una reducción en la degradabilidad efectiva de la MO durante la Primavera y el Verano (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri* y *Turnera diffusa*), por lo que las no leguminosas tuvieron efecto de la estación del año, disminuyendo significativamente la degradabilidad efectiva de MO en Primavera y Verano (Tabla 14). Esta disminución fue más consistente para la Primavera en los tres años de estudio (Figura 35). En Primavera la diferencia entre tipos de plantas fue significativa. Ambos tipos de plantas mostraron efecto de año, aunque en las no leguminosas parece haber una relación entre esta variable y la precipitación media anual.

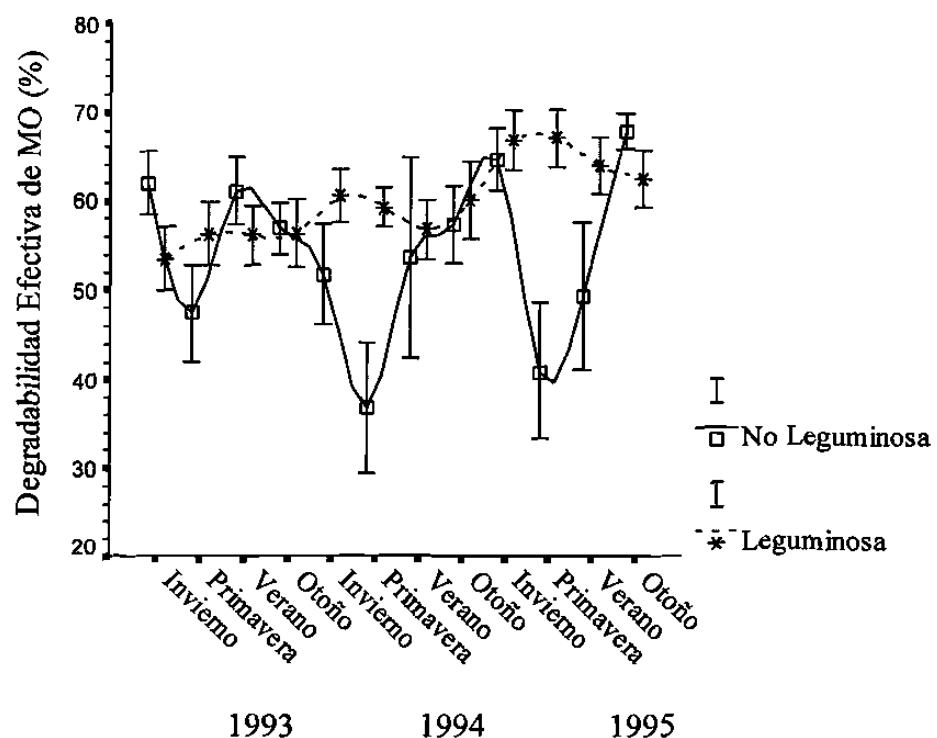


Figura 39. Degrabilidad efectiva estacional (\pm EE) de materia orgánica en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*,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

4.3.2 Degradabilidad Ruminal de la Proteína Cruda

De los efectos principales, el año de estudio parece ser mas determinante de las fracciones soluble y degradable y degradabilidad efectiva de la proteína cruda, mientras que el tipo de planta determinó en mayor medida la tasa de degradación. La interacción año x estación fue más significativa sobre las fracciones soluble y degradable que cualquier otra interacción, sin embargo, de las interacciones, la interacción estación x tipo de planta fue más significativa sobre DEPC (Tabla 15).

Tabla 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.

Efecto	Fracción Soluble (% PC)	Fracción Degradable (% PC)	Tasa de Degradación (%/h)	DEPC (%)
Año	92.7 ***	33.3 ***	6.6 **	63.5 ***
Estación	14.8 ***	3.7 *	2.3 ns	24.0 ***
Tipo de planta	27.7 ***	6.2 *	12.1 **	28.2 ***
Año x Estación	11.6 ***	14.2 ***	1.2 ns	3.3 **
Año x Tipo de planta	3.7 *	6.2 **	0.7 ns	3.6 *
Estación x Tipo de planta	4.0 **	3.5 *	0.8 ns	9.2 ***
Año x Estación x Tipo de planta	1.4 ns	1.2 ns	2.4 *	2.8 **

*** = P<0.001; ** = P<0.01; * = P<0.05; ns = no significativa.

4.3.2.1 Fracción soluble (*fracción a*) de proteína cruda

Opuntia cholla (56.9 ± 24.5) y *Prosopis sp.* (63.3 ± 9.4) fueron las especies con media de la fracción *a* de PC (% de PC) mayor, superando al heno de alfalfa (49.3 ± 11.6). *Opuntia cholla* fue también la especie más variable a través de las estaciones de muestreo (Figura 36).

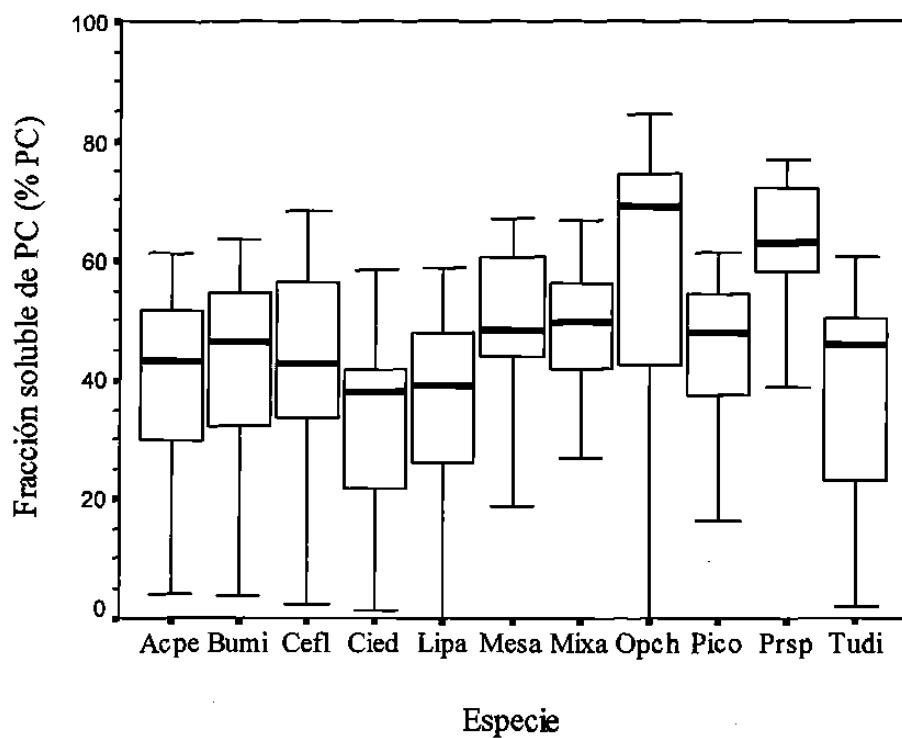


Figura 40. Diagrama de caja para la fracción soluble (*a*) de la proteína cruda en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xanti* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas 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.

En general, el comportamiento a lo largo de las estaciones de muestreo de la fracción *a* de PC en leguminosas parece ser similar al de las no leguminosas (Figura 37), sin embargo, existió diferencia entre tipos de plantas durante el Invierno, Primavera y Verano (Tabla 16).

Bursera microphylla redujo la fracción *a* en Primavera; *Opuntia cholla* y *Turnera diffusa* en el Verano; *Cyrtocarpa edulis* en el Invierno, mientras que *Lippia palmeri* tuvo una mayor fracción *a* durante el Otoño (Tabla 16). En las leguminosas esta fracción se incrementó significativamente en Otoño, mientras que en las no leguminosas, se observó una reducción significativa de esta fracción durante la Primavera y Verano y posteriormente una proporción mayor de esta fracción durante el Otoño, después de la temporada de lluvias. En ambos tipos de plantas, esta fracción fue menor en el año de mayor precipitación pluvial (1993), e incrementó linealmente hasta alcanzar una mayor proporción en 1995.

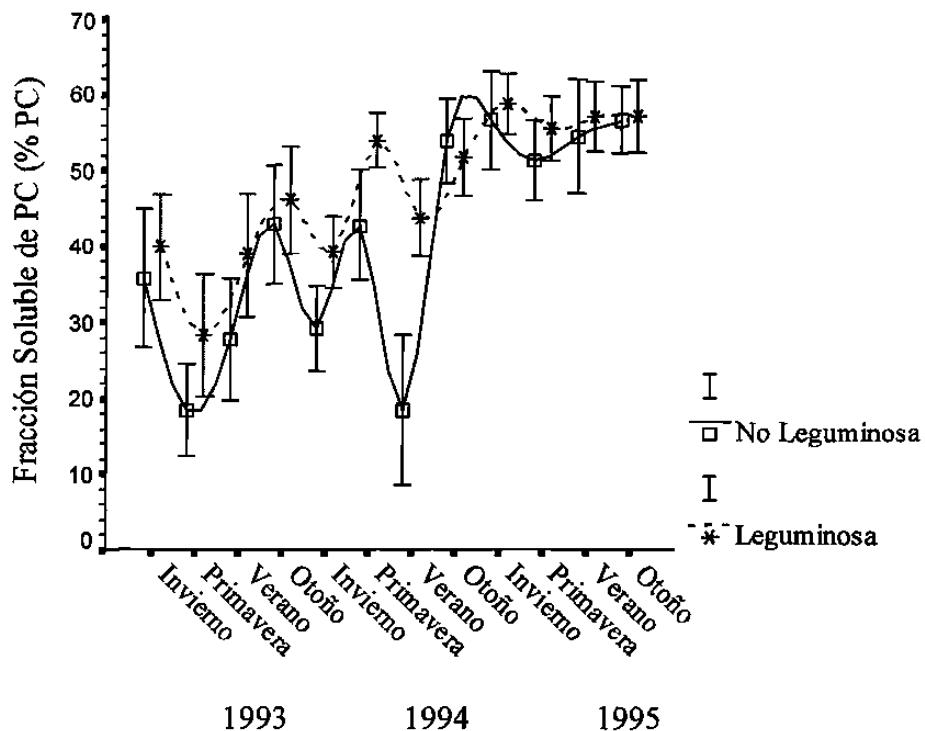


Figura 41. Fracción soluble (*a*) estacional de la de proteína cruda (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa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

Tabla 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.

Especie	Fracción soluble				Fracción Degradable			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	47.1	46.7	51.2	51.9	43.9	31.7	40.6	43.0
<i>Acacia peninsularis</i>	34.5	40.7	38.8	41.8	50.4	45.7	56.1	42.2
<i>Cercidium floridum</i>	43.6	39.8	38.0	52.2	41.4	52.8	48.5	45.5
<i>Mimosa xantii</i>	48.1	44.0	45.3	50.3	40.2	42.3	28.7	39.4
<i>Pithecellobium confine</i>	42.5	42.9	44.4	47.1	21.7	44.3	31.4	35.1
<i>Prosopis</i> sp.	60.4	61.4	65.7	65.7	30.4	25.9	22.4	23.3
Leguminosas ¹	45.8 ^b	45.7 ^b	46.5 ^b	51.4 ^a	36.8 ^a	42.2 ^a	37.4 ^a	37.1 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	44.2	25.9	46.5	48.4	38.3	33.7	29.7	30.1
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	21.9	31.2	32.5	43.7	70.9	52.8	60.4	47.3
<i>Lippia palmeri</i>	35.5	32.5	23.8	45.3	45.4	54.3	32.5	40.0
<i>Opuntia cholla</i>	57.8	57.5	42.7	69.6	32.0	34.8	47.4	20.5
<i>Turnera diffusa</i>	42.5	39.5	23.3	47.9	49.8	38.9	49.2	33.0
No Leguminosas ¹	40.4 ^b	37.3 ^{bc}	34.5 ^c	51.0 ^a	47.3 ^a	42.9 ^a	44.6 ^a	34.2 ^b
Efecto: Tipo de Planta								
Contraste	*	***	***	ns	**	ns	*	ns
EE	2.5	2.4	2.9	2.4	3.3	3.1	4.0	2.6
Media Estacional ¹	43.1 ^b	41.5 ^b	40.7 ^b	51.2 ^a	42.0 ^a	42.6 ^a	40.9 ^a	35.6 ^b
Efecto: Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	38.1 ^c	47.0 ^b	56.9 ^a		47.0 ^a	33.5 ^b	34.7 ^b	
No Leguminosas	31.1 ^c	36.8 ^b	54.6 ^a		51.8 ^a	43.6 ^b	31.3 ^c	
Media Anual	34.6 ^c	42.0 ^b	55.8 ^a		49.4 ^a	38.4 ^b	33.0 ^c	

¹ Medias dentro de hileras para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P<0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P<0.001$; ** = $P<0.01$; * = $P<0.05$; ns = no significativo.

4.3.2.2 Fracción potencialmente degradable (*fracción b*) de la proteína cruda

Acacia peninsularis (48.6 ± 17.8), *Cercidium floridum* (47.1 ± 16.1), *Cyrtocarpa edulis* (57.9 ± 20.9) y *Lippia palmeri* (44.0 ± 21.7) superaron al heno de alfalfa (39.8 ± 13.5) en la fracción potencialmente degradable de PC (%PC). *Opuntia cholla* (33.7 ± 25.9) y *Prosopis sp.* (25.5 ± 9.7) fueron las especies inferiores y *Turnera diffusa* (42.7 ± 26.5) la de mayor variación (Figura 38).

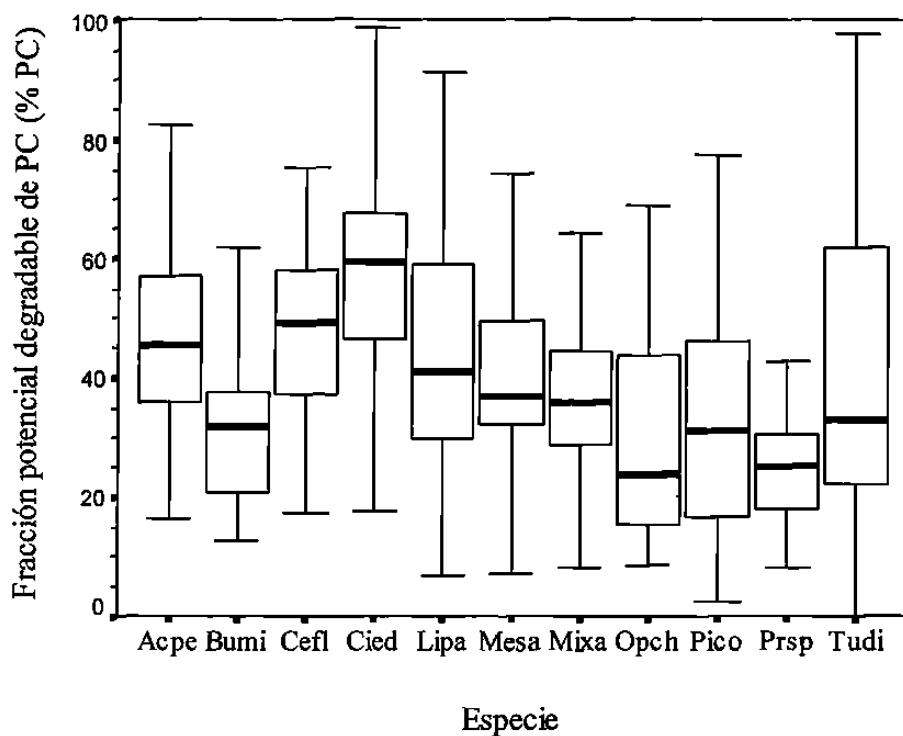


Figura 42. Diagrama de caja para la fracción potencialmente degradable (*b*) de la proteína cruda en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) 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.

Tanto las leguminosas (38.4 ± 18.2) como las no leguminosas (42.2 ± 23.9) se comportaron de manera similar a lo largo de las estaciones de muestreo (Figura 39) existiendo diferencias significativas entre estos dos tipos de plantas en Invierno y Verano (Tabla 16). Las no leguminosas tuvieron una menor proporción de esta fracción durante el Otoño, sin embargo en ambos tipos de planta esta fracción fue menor durante 1994 y 1995; los años de menor precipitación pluvial.

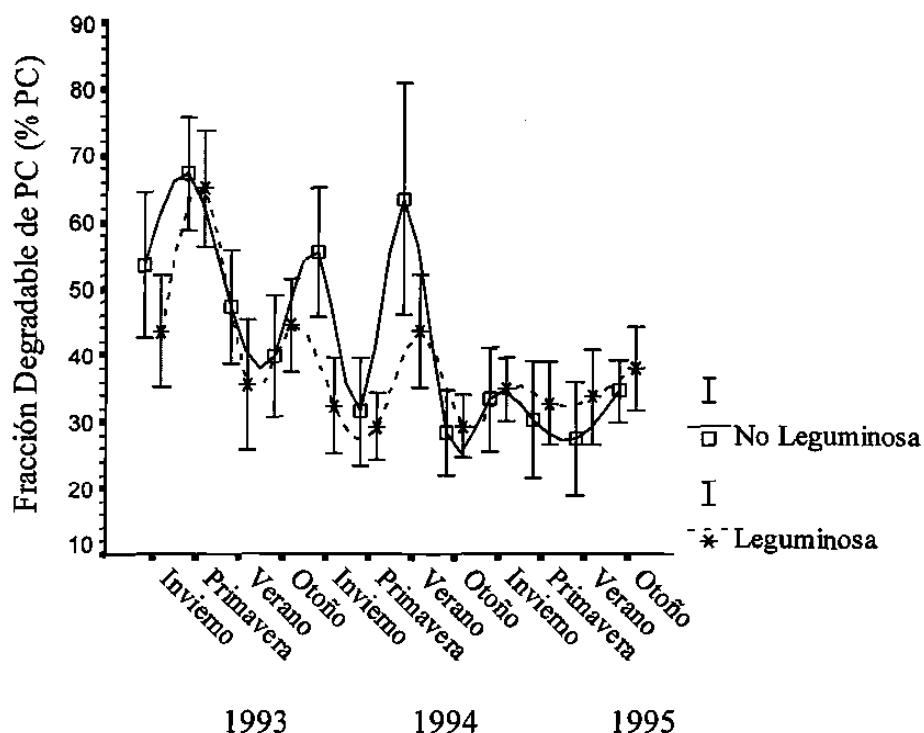


Figura 43. Fracción degradable (*b*) estacional de la de proteína cruda (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa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

4.3.2.3 Tasa de degradación de proteína cruda

La tasa de degradación (%/ h.) de la PC de todas las especies estudiadas fue menor a la del heno de alfalfa (13.6 ± 7.8). *Acacia peninsularis* (3.5 ± 2.2), *Cyrtocarpa edulis* (1.8 ± 2.3), *Mimosa xantii* (3.1 ± 3.1) y *Pithecellobium confine* (4.9 ± 9.2) fueron las especies con menor tasa de degradación de PC promedio a lo largo de las estaciones de muestreo, *Bursera microphylla* (12.8 ± 11.9) y *Turnera diffusa* (9.7 ± 8.1) fueron las de mayor variación (Figura 40).

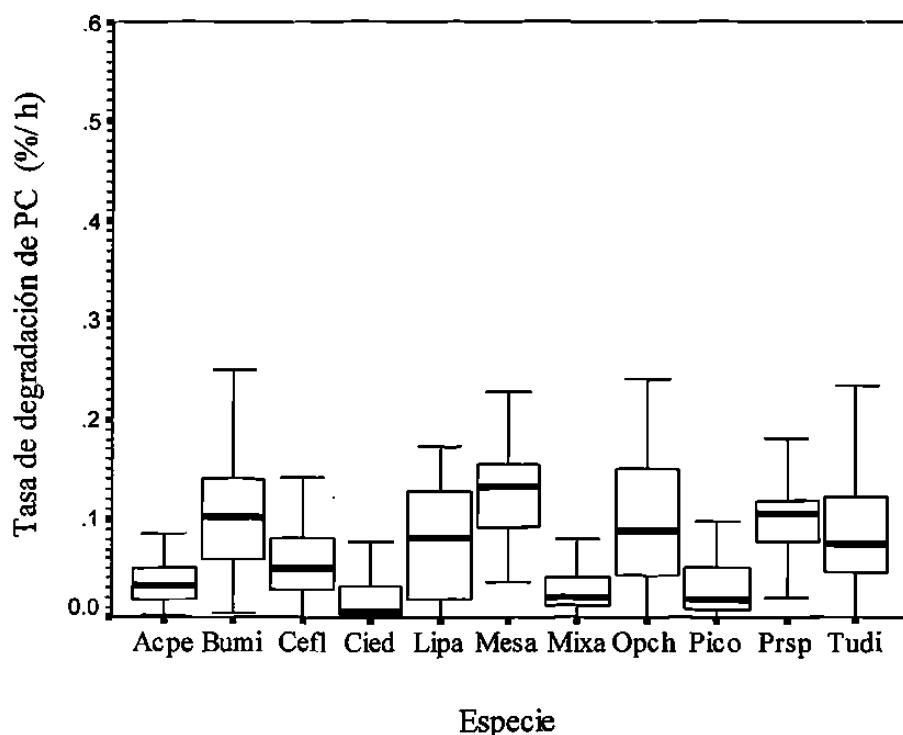


Figura 44. Diagrama de caja para la tasa de degradación (*kd*) de la proteína cruda en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies 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.

La tasa de degradación de PC se comportó de manera diferente en leguminosas (6.0 ± 8.5) y no leguminosas (9.2 ± 11.1) a lo largo de las estaciones de muestreo (Figura 41), sin embargo, las diferencias solo fueron significativas en Otoño (Tabla 17). Las leguminosas tuvieron una mayor tasa de degradación durante el Invierno y una menor durante el Otoño, aunque ambos tipos de planta tuvieron una mayor tasa de degradación durante 1994.

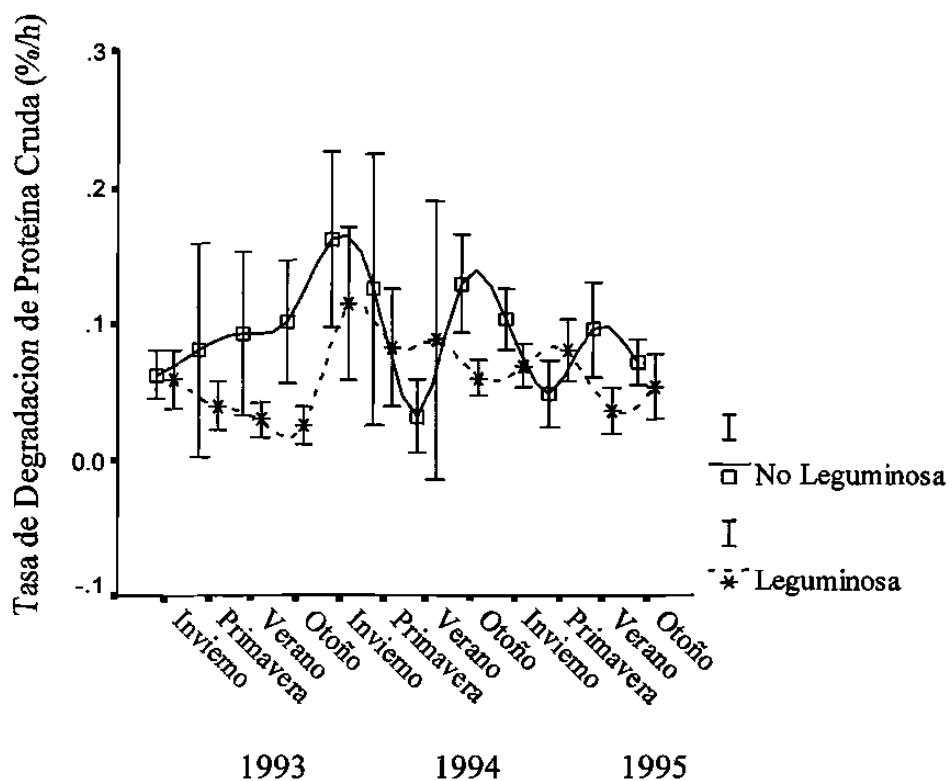


Figura 45. Tasa de degradación (kd) estacional de la de proteína cruda (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xanti*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa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

Tabla 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.

	Tasa de Degradación				DEPC			
	Inviero	Primavera	Verano	Otoño	Inviero	Primavera	Verano	Otoño
<i>Medicago sativa</i>	11.3	16.9	14.5	11.7	74.4	64.2	74.0	76.8
<i>Acacia peninsularis</i>	4.2	3.8	2.7	3.4	62.3	63.2	60.6	64.5
<i>Cercidium floridum</i>	6.2	8.0	10.1	5.0	67.7	71.8	55.5	78.0
<i>Mimosa xantii</i>	6.1	2.6	2.1	1.8	64.1	63.1	58.6	65.0
<i>Pithecellobium confine</i>	13.2	3.0	1.7	2.0	55.8	56.3	54.3	57.5
<i>Prosopis</i> sp.	10.4	15.7	8.2	10.1	78.8	75.9	80.0	81.7
Leguminosas ¹	8.0 ^a	6.6 ^{ab}	5.0 ^{ab}	4.5 ^b	65.7 ^{ab}	66.1 ^{ab}	61.8 ^b	69.3 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	10.9	12.8	14.2	13.4	66.5	40.7	64.1	66.0
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	3.8	0.5	0.2	2.9	57.3	41.3	38.7	60.5
<i>Lippia palmeri</i>	18.9	9.1	10.0	10.4	59.8	44.2	38.8	68.8
<i>Opuntia cholla</i>	13.2	8.4	8.1	8.9	76.1	77.5	58.3	82.1
<i>Turnera diffusa</i>	7.4	11.2	6.0	14.2	71.7	58.2	41.3	66.1
No Leguminosas ¹	10.8 ^a	8.4 ^a	7.5 ^a	9.9 ^a	66.3 ^a	52.4 ^b	48.9 ^b	68.7 ^a
Efecto: tipo de Planta								
Contraste	ns	ns	ns	***	ns	***	**	ns
EE	.02	.02	.02	.01	2.6	3.0	3.7	2.5
Media Estacional ¹	9.4 ^a	7.5 ^{ab}	6.2 ^b	7.2 ^{ab}	66.0 ^a	59.2 ^b	55.6 ^b	69.0 ^a
Efecto: Año ¹	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	3.7 ^b	8.5 ^a	5.8 ^b		56.9 ^c	64.1 ^b	76.1 ^a	
No Leguminosas	8.3 ^{ab}	11.5 ^a	7.8 ^b		54.4 ^b	54.1 ^b	68.9 ^a	
Media Anual	6.0 ^b	10.0 ^a	6.8 ^b		55.7 ^c	59.2 ^b	72.5 ^a	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P<0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P<0.001$; ** = $P<0.01$; * = $P<0.05$; ns = no significativa.

4.3.2.4 Degradabilidad efectiva de la proteína cruda

Opuntia cholla (73.5 ± 19.2), *Prosopis sp.* (79.1 ± 5.8) y *Cercidium floridum* (68.3 ± 15.9) tuvieron valores promedio similar al heno de alfalfa (72.3 ± 9.0) en degradabilidad de PC (% de la PC) a una tasa de pasaje de 2 %/h (Figura 42). *Cyrtocarpa edulis* (49.5 ± 15.1) y *Lippia palmeri* (54.2 ± 16.1) tuvieron la degradabilidad efectiva de PC más baja, *Lippia palmeri* también fue la especie de mayor rango de variación.

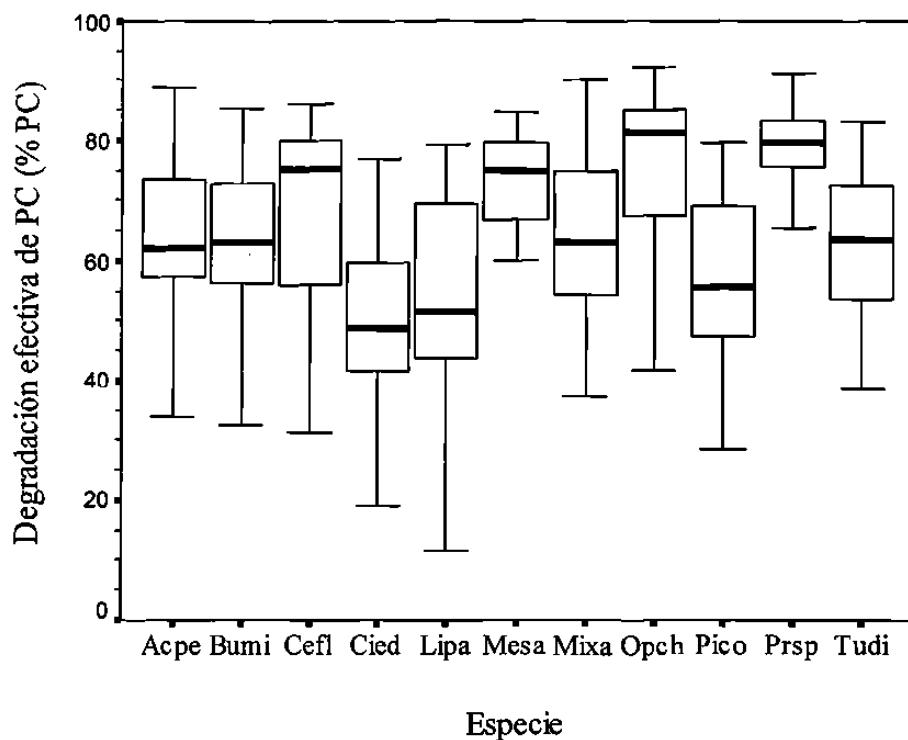


Figura 46. Diagrama de caja para la degradabilidad efectiva de la proteína cruda calculada a una tasa de pasaje $kp = 2\%/\text{h}$ en heno de alfalfa (Mesa), cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xanti* (Mixa), *Pithecellobium confine* (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.

Prosopis sp. mostró una ligera reducción de la degradabilidad efectiva en la Primavera, en cambio *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*, *Cercidium floridum*, *Opuntia cholla* y *Turnera diffusa* mostraron una disminución de la degradabilidad efectiva mucho mayor en magnitud durante la Primavera y también el Verano (Tabla 17). Las diferencias entre leguminosas y no leguminosas fueron significativas únicamente en Primavera y Verano. Las leguminosas parecen ser más afectadas por el año de estudio que por la estación (Figura 43). En leguminosas, el efecto del año es mayor en magnitud que el efecto de la estación, mientras que en las no leguminosas, la degradabilidad efectiva de la PC se ve afectada tanto por el año como por la estación, reduciendo la degradabilidad efectiva de la PC en Primavera y Verano (Tabla 17).

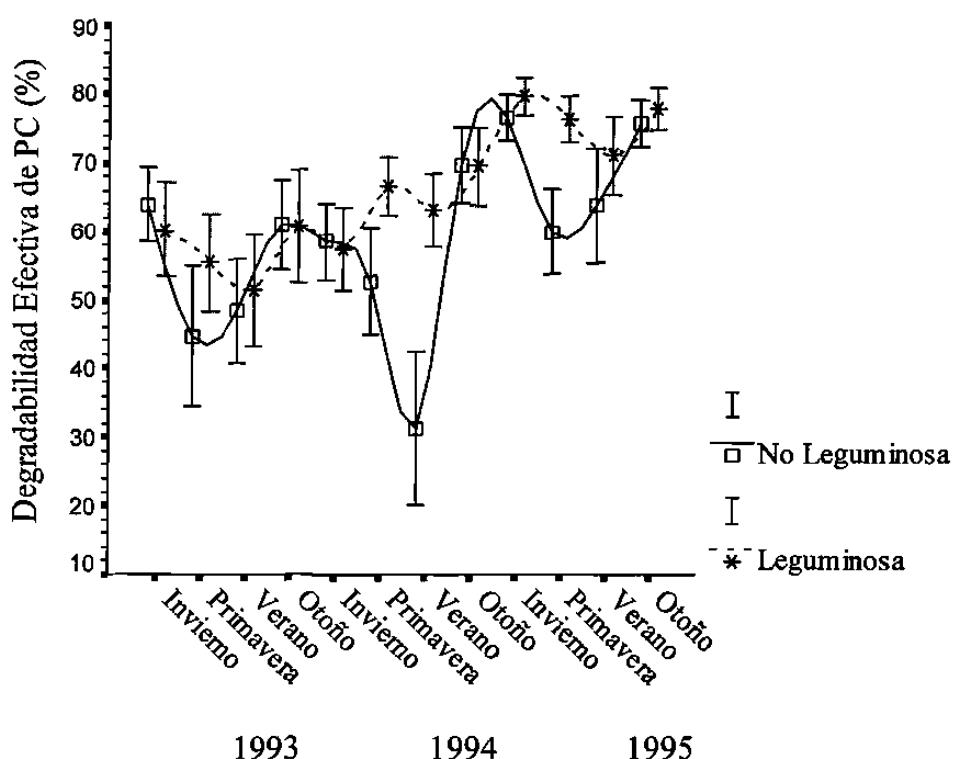


Figura 47. Degrabilidad efectiva estacional de la proteína cruda calculada a una tasa de pasaje $k_p = 2\%/\text{h}$ ($\pm \text{EE}$) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas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

4.4 Contenido de Minerales

El año fue el principal factor que afecto la concentración de Ca, P, Mg, Mn, Cu y Zn. La estación afecto principalmente la concentración de K y fue el segundo factor en importancia que afecto el Ca, P, Na, Fe y Zn. El tipo de planta fue también importante en determinar las concentraciones de Na y Fe. Las interacciones fueron de menor importancia en determinar la concentración mineral, la interacción año x estación fue significativa para el Ca, P y Zn, y la interacción año x estación x tipo de planta fue significativa para el P y Mn (Tabla 18).

4.4 .1 Macrominerales

4.4.1.1 Calcio

Opuntia cholla (45.9 ± 9.7) presentó una mayor concentración de Ca ($\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}$) que el resto de las especies estudiadas. *Cercidium floridum* (39.2 ± 22.2) fue la especie con el rango más amplio de concentración de Ca. *Bursera microphylla* (17.9 ± 4.5), *Mimosa xantii* (19.3 ± 9.3), *Prosopis sp.* (18.5 ± 6.1) y *Turnera diffusa* (19.9 ± 7.9) fueron las especies con contenido menor de Ca (Figura 44).

La concentración de Ca fue similar entre leguminosas (24.9 ± 14.3) y no leguminosas (26.2 ± 13.3) a través de las estaciones de muestreo (Figura 45), no existiendo diferencia significativa entre tipo de planta (Tabla 19). Ambos tipos de planta tuvieron una reducción del contenido de Ca en Primavera y Verano, pero solo las leguminosas manifestaron efecto del año de estudio, sin embargo, el comportamiento dentro de ambos tipos de planta fue muy variable (Tabla 19), mientras que *Acacia peninsularis*, *Pithecellobium confine* y *Opuntia cholla* no tuvieron variación estacional, algunas redujeron su concentración de Ca en Invierno (*Prosopis sp.*), otras en Primavera (*Turnera diffusa*, *Bursera microphylla* y *Lippia palmeri*) y en Verano (*Bursera microphylla*, *Lippia palmeri*, *Cercidium floridum*, *Cyrtocarpa edulis* y *Mimosa xantii*).

Tabla 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.

Variable	Año	Estación	Tipo de planta	Año	Año	Estación	Tipo de planta	Año	Año	Estación	Tipo de planta	n
				x	x			x	x			
				Estación	Tipo de planta			x	x			
Ca	8.3 ***	5.7 **	0.9 ns	3.4 **	2.6 ns	0.4 ns		1.2 ns				
P	118.6 ***	6.3 ***	0.2 ns	5.3 ***	1.4 ns	1.1 ns		4.3 ***				
Mg	19.7 ***	0.6 ns	0.9 ns	0.8 ns	5.1 **	1.0 ns		0.4 ns				
Na	8.6 ***	14.3 ***	63.2 ***	3.0 **	0.9 ns	3.5 *		0.9 ns				
K	5.5 **	10.7 ***	3.0 ns	1.4 ns	1.1 ns	0.3 ns		1.0 ns				
Mn	109.9 ***	1.1 ns	24.4 ***	1.2 ns	1.1 ns	0.6 ns		4.9 ***				
Cu	99.1 ***	5.1 **	17.1 ***	2.5 *	6.1 **	0.6 ns		1.6 ns				
Fe	1.7 ns	11.6 ***	14.9 ***	3.2 **	0.1 ns	4.7 **		2.7 *				
Zn	93.2 ***	7.8 ***	1.1 ns	6.2 ***	1.2 ns	0.5 ns		2.7 *				

*** = P<0.001; ** = P<0.01; * = P<0.05; ns = no significativa

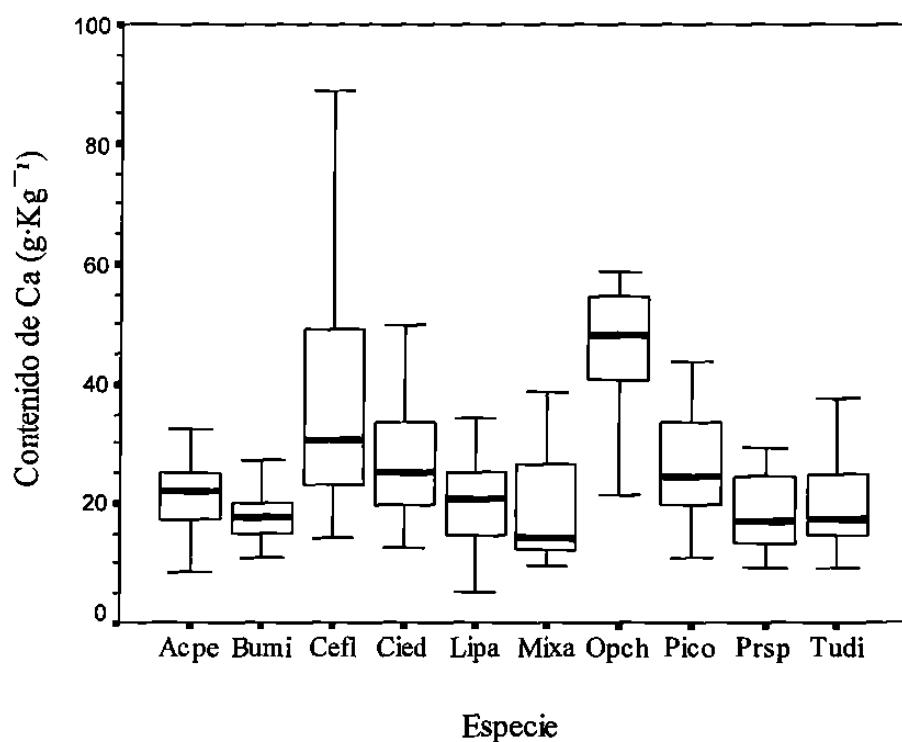


Figura 48. Diagrama de caja para el contenido de calcio en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla*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

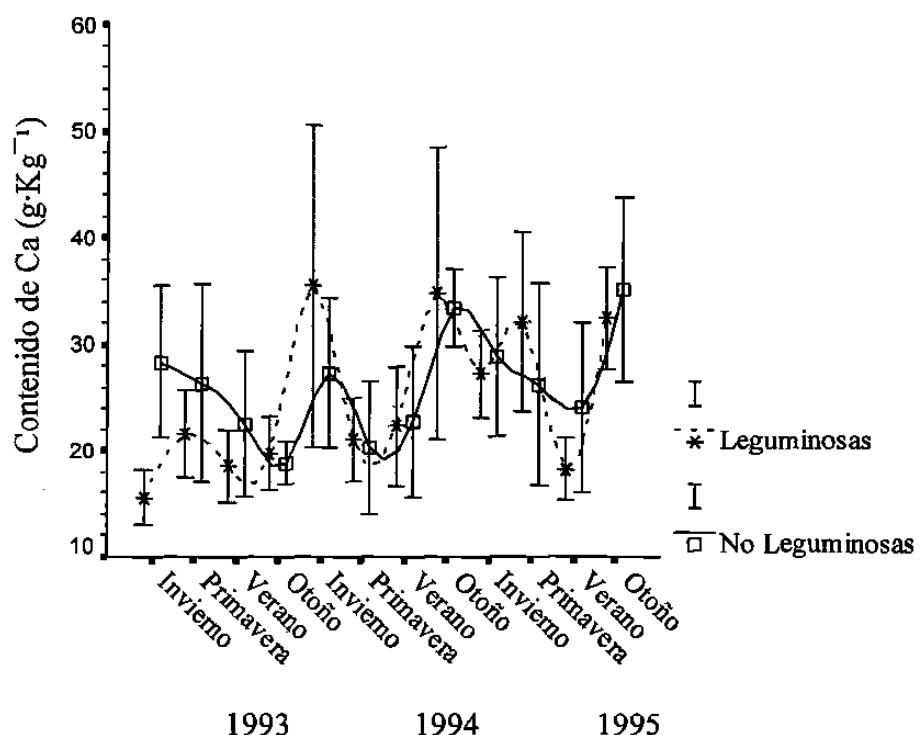


Figura 49. Contenido estacional de calcio (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

Tabla 19.

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

Especie	Ca				P			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Acacia peninsularis</i>	20.8	19.6	22.7	21.8	2.4	1.6	1.9	2.4
<i>Cercidium floridum</i>	48.7	35.2	21.5	51.6	1.9	2.3	2.1	2.0
<i>Mimosa xantii</i>	24.9	18.6	12.4	21.4	1.8	1.7	2.9	1.9
<i>Pithecellobium confine</i>	21.3	33.2	23.0	26.7	1.4	1.2	1.3	1.3
<i>Prosopis</i> sp.	14.3	17.7	18.9	23.2	2.3	2.1	2.0	1.7
Leguminosas ¹	26.0 ^a	24.8 ^{ab}	19.7 ^b	29.0 ^a	1.9 ^{ab}	1.8 ^b	2.0 ^a	1.9 ^{ab}
<i>Bursera microphylla</i>	18.2	15.0	15.8	22.7	1.9	1.6	2.9	2.0
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	28.0	27.4	18.8	33.8	1.8	2.4	2.6	2.3
<i>Lippia palmeri</i>	24.2	13.9	12.9	24.7	2.7	1.7	2.5	2.3
<i>Opuntia cholla</i>	47.9	50.1	44.6	41.2	1.6	1.2	2.2	1.2
<i>Turnera diffusa</i>	22.3	14.8	19.9	22.7	1.5	1.4	1.4	1.5
No Leguminosas ¹	28.1 ^{ab}	24.2 ^b	23.1 ^b	29.0 ^a	1.9 ^b	1.7 ^b	2.3 ^a	1.9 ^b
Efecto: Tipo de Planta								
Contraste	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
EE	3.3	2.8	2.2	3.0	.17	.17	.22	.18
Media Estacional ¹	27.1 ^{ab}	24.5 ^{bc}	21.3 ^c	29.0 ^a	1.9 ^b	1.7 ^b	2.2 ^a	1.9 ^b
Efecto: Año								
1993	1994	1995		1993	1994	1995		
Leguminosas	18.9 ^b	28.3 ^a	27.4 ^a	2.6 ^a	1.7 ^b	1.4 ^c		
No Leguminosas	24.0 ^a	26.1 ^a	28.5 ^a	2.8 ^a	1.6 ^b	1.5 ^b		
Media Anual	21.4 ^b	27.2 ^a	28.0 ^a	2.7 ^a	1.7 ^b	1.5 ^c		

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

4.4.1.2 Fósforo

Todas las especies tuvieron valores medios y rangos de variación muy similares, *Pithecellobium confine* (1.3 ± 0.6 g/kg) *Opuntia cholla* (1.5 ± 0.8) y *Turnera diffusa* (1.4 ± 0.7) fueron las especies con menos contenido de P (Figura 46).

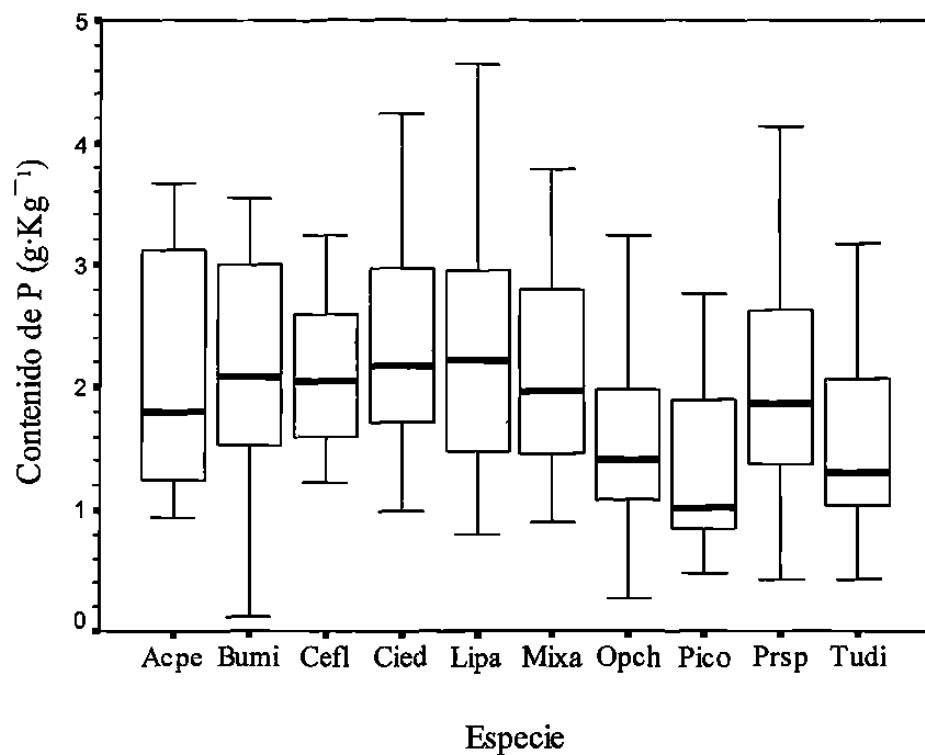


Figura 50. Diagrama de caja para el contenido de fósforo en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla*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

El contenido de P en leguminosas (1.9 ± 0.8) y no leguminosas (1.9 ± 0.9) tuvo un comportamiento muy similar (Figura 47), sin diferencias significativas entre tipo de plantas (Tabla 19). Ambos tipos de planta incrementaron la concentración de P en el Verano. En 1993 ambos tipos de planta presentaron el mayor contenido de P, pero disminuyó significativamente en 1994 y 1995.

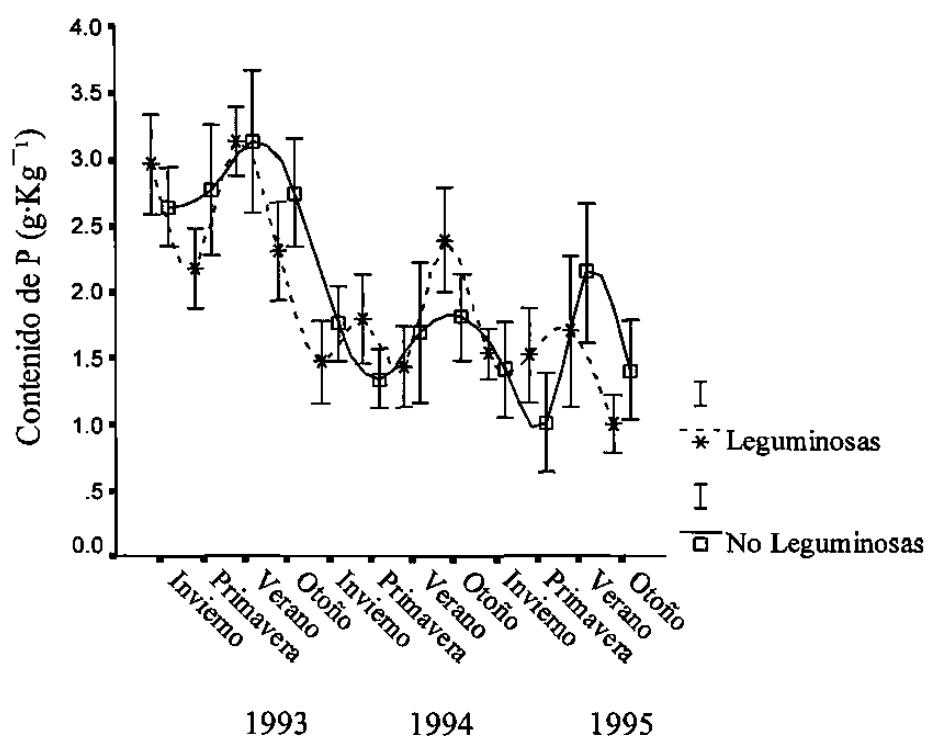


Figura 51. Contenido estacional de fósforo (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.4.1.3 Magnesio

Opuntia cholla (9.1 ± 5.4) fue la especie con mayor contenido de Mg que el resto de las especies y también fue la especie con mayor rango de variación (Figura 48). Las diferencias entre especies fueron significativas en todas las estaciones (Tabla 20). Las especies individuales de plantas se comportaron de manera diferente, *Acacia peninsularis* incrementó el contenido de Mg en Primavera, *Opuntia cholla* en el Verano, pero *Bursera microphylla* y *Turnera diffusa* redujeron su contenido de Mg en Primavera.

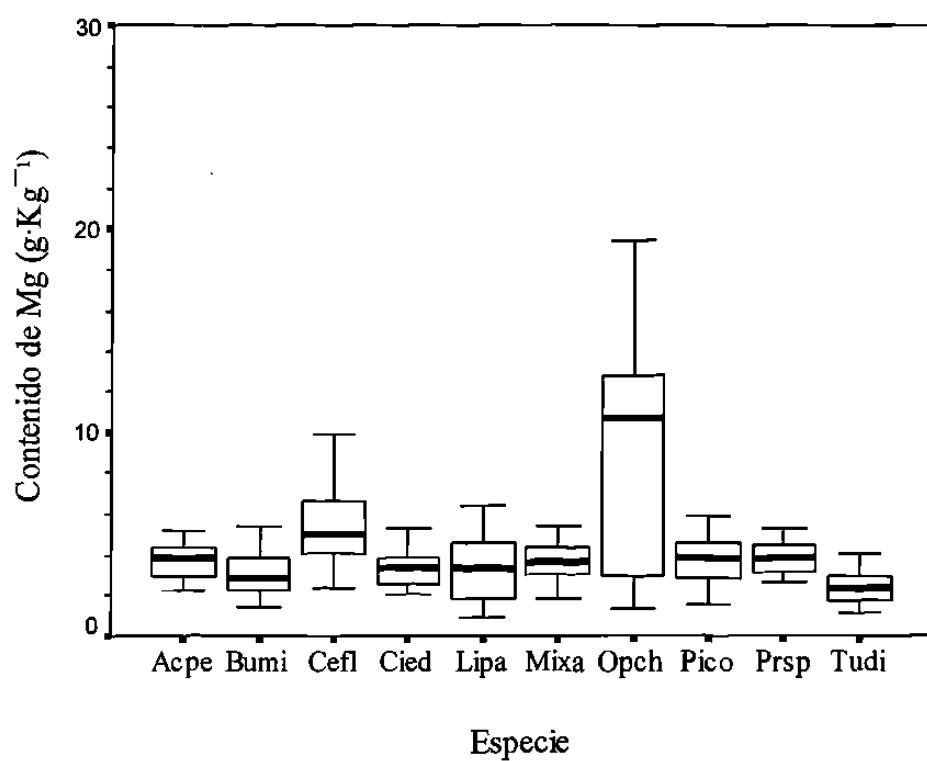


Figura 52. Diagrama de caja para el contenido de magnesio en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla*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

Tabla 20

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

Especie	Mg				Na			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Acacia peninsularis</i>	3.1	4.5	3.7	3.4	0.4	0.8	.5	.5
<i>Cercidium floridum</i>	5.2	5.5	5.6	5.2	1.0	1.3	.7	.8
<i>Mimosa xantii</i>	3.6	4.2	3.1	3.7	.3	.7	.8	.7
<i>Pithecellobium confine</i>	3.3	3.5	3.7	4.0	.6	1.0	.6	.6
<i>Prosopis</i> sp.	3.6	4.1	4.0	3.5	.3	.7	.6	.3
Leguminosas ¹	3.8 ^b	4.4 ^a	4.0 ^{ab}	4.0 ^{ab}	.5 ^b	.9 ^a	.6 ^b	.6 ^b
<i>Bursera microphylla</i>	2.9	2.1	3.3	3.6	2.1	3.2	1.2	1.8
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	3.0	3.9	3.1	3.2	1.4	1.9	.9	1.0
<i>Lippia palmeri</i>	3.6	2.5	3.1	3.8	1.4	1.4	1.0	1.0
<i>Opuntia cholla</i>	8.2	9.3	12.0	7.1	.3	.4	.2	.2
<i>Turnera diffusa</i>	2.7	1.6	2.2	3.0	.9	1.0	.8	.8
No Leguminosas ¹	4.1 ^a	3.9 ^a	4.9 ^a	4.1 ^a	1.2 ^b	1.6 ^a	.8 ^c	1.0 ^{bc}
Efecto: Tipo de Planta ²								
Contraste	ns	ns	ns	ns	***	***	**	***
EE	.4	.6	.7	.4	.1	.1	.1	.1
Media Estacional ¹	3.9 ^a	4.1 ^a	4.4 ^a	4.0 ^a	0.9 ^b	1.2 ^a	0.7 ^b	0.8 ^b
Efecto: Año	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	4.3 ^a	4.4 ^a	3.4 ^b		.6 ^b	.8 ^a	.6 ^b	
No Leguminosas	5.4 ^a	4.9 ^a	2.5 ^b		.9 ^b	1.3 ^a	1.2 ^{ab}	
Media Anual	4.8 ^a	4.6 ^a	2.9 ^b		.7 ^c	1.1 ^a	.9 ^b	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

Las especies leguminosas (4.0 ± 1.3) difirieron en comportamiento de las no leguminosas (4.2 ± 3.6), a lo largo de las estaciones de muestreo (Figura 49). Aunque no existieron diferencias entre tipo de planta en ninguna estación (Tabla 20). Las leguminosas mostraron un contenido mas bajo en Invierno, pero ambos tipos de planta presentaron un contenido menor durante 1995.

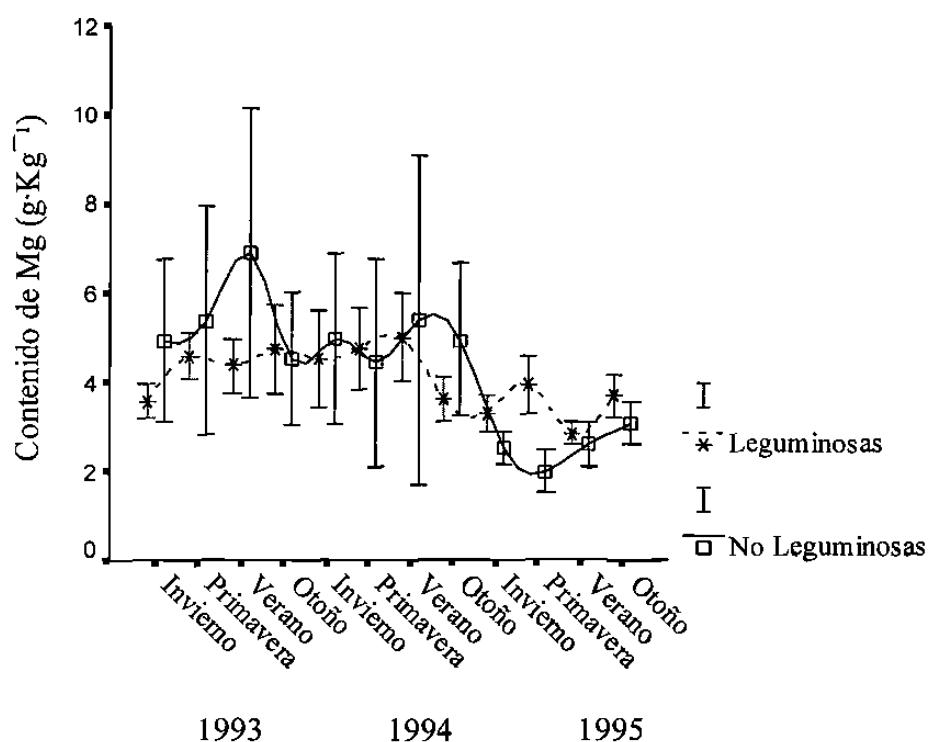


Figura 53. Contenido estacional de magnesio (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.4.1.4 Sodio

Bursera microphylla (2.1 ± 0.8) presento un contenido mayor de Na que el resto de las especies, también fue la especie más variable. *Opuntia cholla* (0.2 ± 0.1) fue la especie

con menor contenido de Na (Figura 50). *Acacia peninsularis*, *Bursera microphylla*, *Cercidium floridum*, *Cyrtocarpa edulis*, *Opuntia cholla* y *Pithecellobium confine*, incrementaron su contenido de Na en la Primavera, mientras que *Mimosa xantii* y *Acacia peninsularis* redujeron su contenido de Na en el Invierno y *Bursera microphylla* en el Verano (Tablas 20).

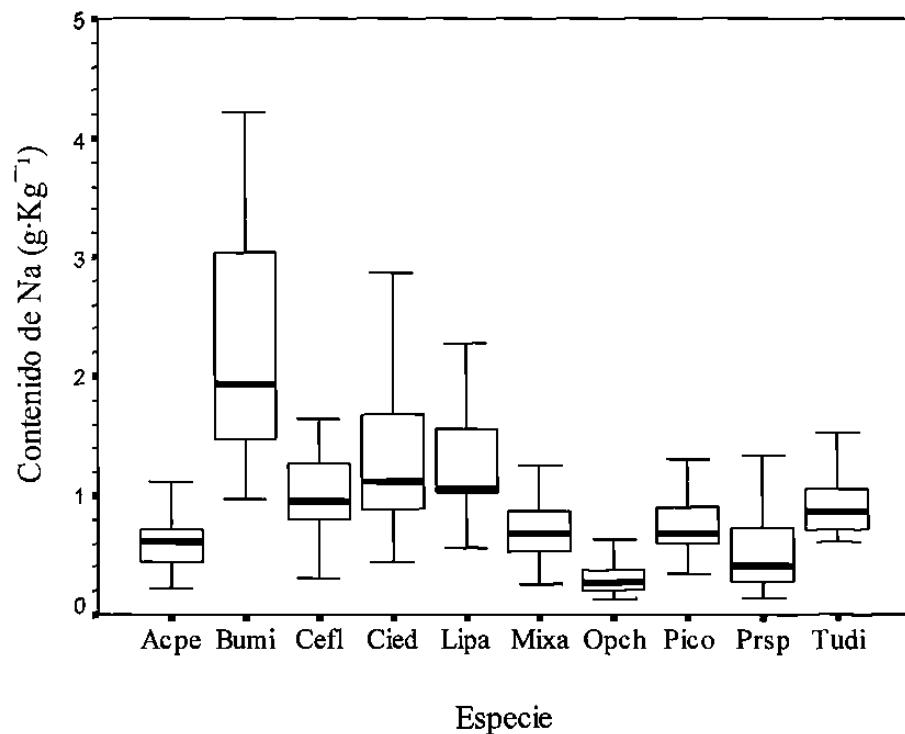


Figura 54. Diagrama de caja para el contenido de sodio en heno de cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla*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

Las no leguminosas (1.2 ± 0.8) mostraron un mayor contenido de Na que las leguminosas (0.7 ± 0.3) en todas las estaciones de muestreo (Tabla 20). Ambos tipos de plantas tuvieron un incremento en el contenido de Na en la Primavera, este comportamiento estacional fue consistente durante los tres años de estudio (Figura 51).

Similarmente, ambos tipos tuvieron también efecto del año, aumentando el contenido de Na en 1994 y 1995, los años más secos.

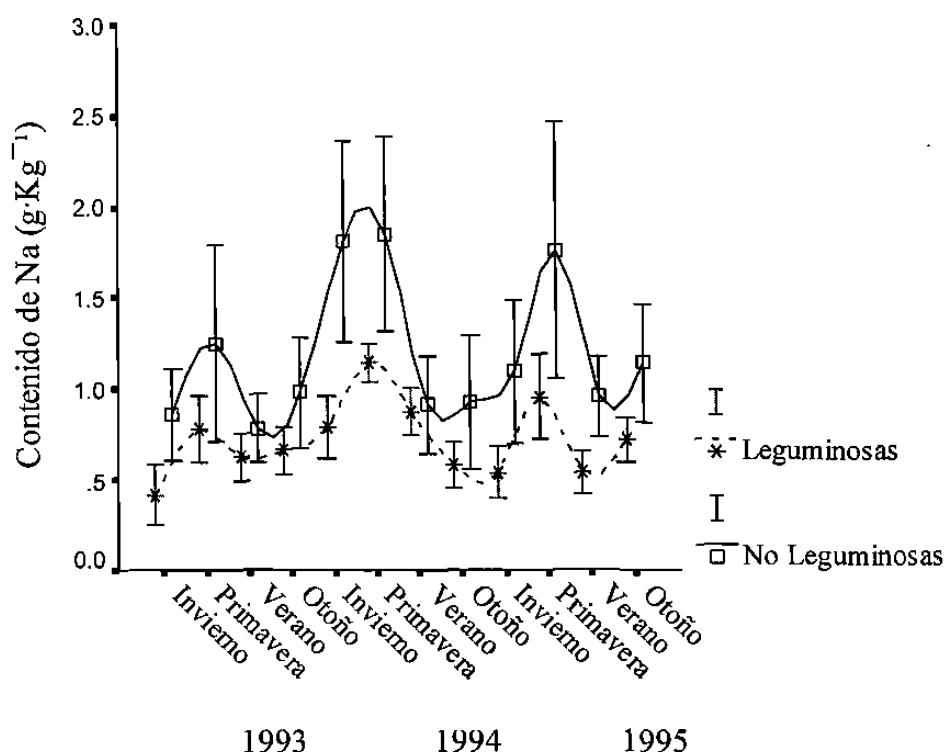


Figura 55. Contenido estacional de sodio (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.4.1.5 Potasio

Opuntia cholla (24.9 ± 6.6) mostró un elevado contenido medio de K, el cual fue superior al resto de las especies. *Acacia peninsularis* (9.8 ± 3.3), *Mimosa xantii* (9.3 ± 3.1) y *Turnera diffusa* (6.7 ± 3.3) fueron las mas bajas y *Cercidium floridum* (18.9 ± 9.0) fue la especie con rango de variación más grande (Figura 52).

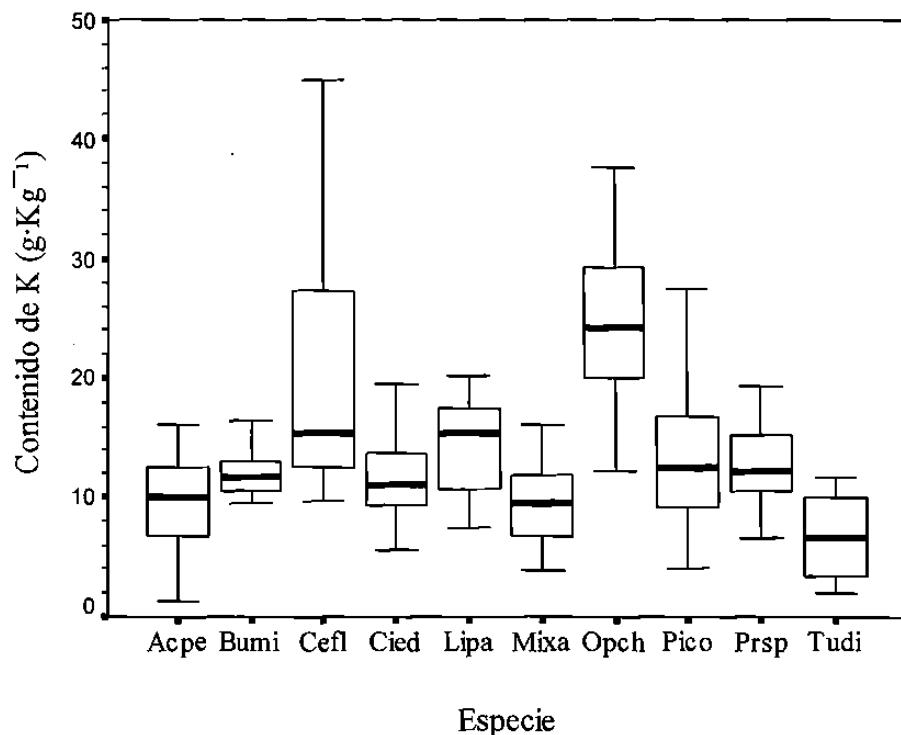


Figura 56. Diagrama de caja para el contenido de potasio en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla*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

En la Primavera, algunas especies redujeron su contenido de K (*Cercidium floridum*, *Lippia palmeri*, *Opuntia cholla*, *Pithecellobium confine* y *Turnera diffusa*), mientras que *Cercidium floridum* redujo su contenido de K también en el Verano. Por el contrario, *Cyrtocarpa edulis* tuvo un incremento en K en el Otoño y *Mimosa xantii* en Invierno (Tabla 21).

Tabla 21.

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

Plantas	K				Mn			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Acacia peninsularis</i>	10.8	7.5	11.5	9.6	32.9	33.4	34.8	31.7
<i>Cercidium floridum</i>	22.8	12.3	14.4	26.0	47.2	48.3	41.7	49.8
<i>Mimosa xantii</i>	11.7	6.3	10.0	9.1	34.9	33.2	33.4	30.1
<i>Pithecellobium confine</i>	11.8	8.3	18.1	15.7	31.3	37.1	23.5	29.5
<i>Prosopis</i> sp.	13.0	13.4	12.2	12.4	43.0	36.1	60.4	41.4
Leguminosas ¹	14.0 ^a	9.5 ^b	13.3 ^a	14.6 ^a	37.9 ^a	37.6 ^a	38.8 ^a	36.5 ^a
<i>Bursera microphylla</i>	11.7	11.1	12.7	12.7	58.5	70.4	39.3	58.7
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	10.4	10.9	10.8	14.7	21.7	29.7	27.2	32.4
<i>Lippia palmeri</i>	15.9	11.4	14.0	16.3	35.5	25.8	53.0	35.4
<i>Opuntia cholla</i>	24.9	18.9	26.2	29.4	76.5	71.3	72.6	38.2
<i>Turnera diffusa</i>	9.3	2.9	7.2	7.4	67.5	46.6	52.4	60.5
No Leguminosas ¹	14.5 ^a	11.0 ^b	14.2 ^a	16.1 ^a	51.9 ^a	48.8 ^a	48.6 ^a	45.0 ^a
Efecto: Tipo de Planta ²								
Contraste	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
EE	1.2	1.0	1.3	1.8	5.1	5.5	6.2	4.3
Media Estacional ¹	14.2 ^{ab}	10.3 ^c	13.7 ^b	15.3 ^a	44.9 ^a	43.2 ^a	43.5 ^a	40.8 ^a
Efecto: Año	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	11.0 ^b	13.0 ^{ab}	14.6 ^a		54.8 ^a	17.7 ^c	40.6 ^b	
No Leguminosas	13.2 ^a	13.2 ^a	15.5 ^a		68.8 ^a	29.6 ^c	46.4 ^b	
Media Anual	12.1 ^b	13.1 ^b	15.0 ^a		61.8 ^a	23.5 ^c	43.5 ^b	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

Las leguminosas (12.8 ± 6.4) y no leguminosas (14.0 ± 7.3) tuvieron un contenido de K dependiente de la estación del año (Figura 53). No se observaron diferencias significativas entre estos tipos de plantas (Tabla 21). Ambos tipos de plantas redujeron su contenido de K en Primavera. Las leguminosas también mostraron un menor contenido de K en 1993.

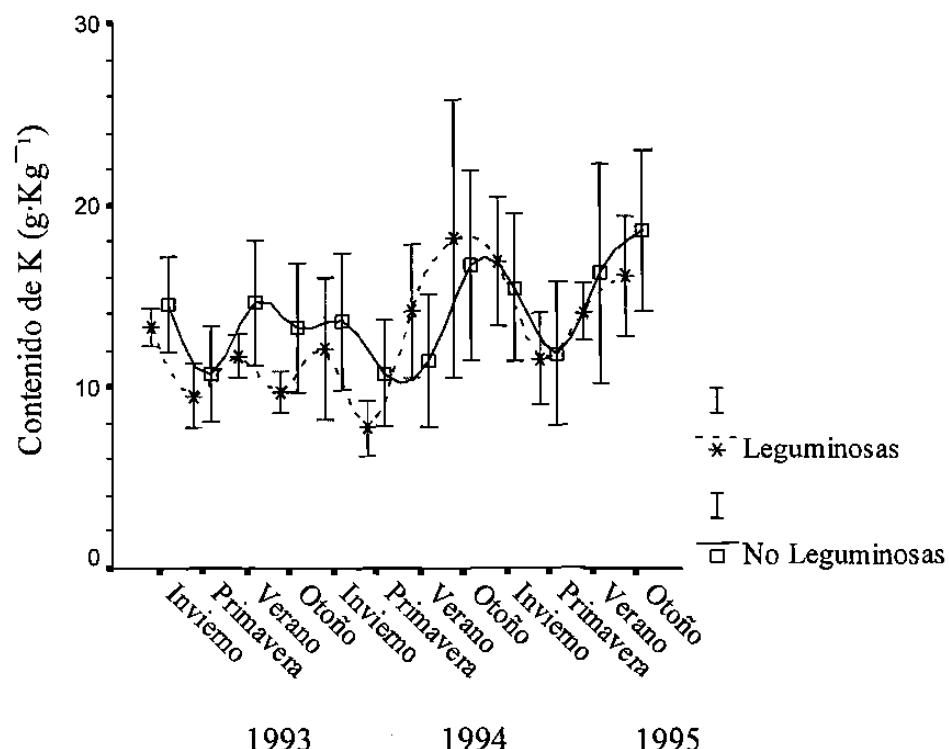


Figura 57. Contenido estacional de potasio (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.4.2 Microminerales

4.4.2.1 Manganese

Bursera microphylla (56.7 ± 27.6), *Opuntia cholla* (64.6 ± 30.6) y *Turnera diffusa* (56.7 ± 29.2) mostraron el mas alto valor promedio, *Cyrtocarpa edulis* (27.7 ± 11.5) el menor y *Prosopis sp.* (45.2 ± 38.0) el más variable (Figura 54).

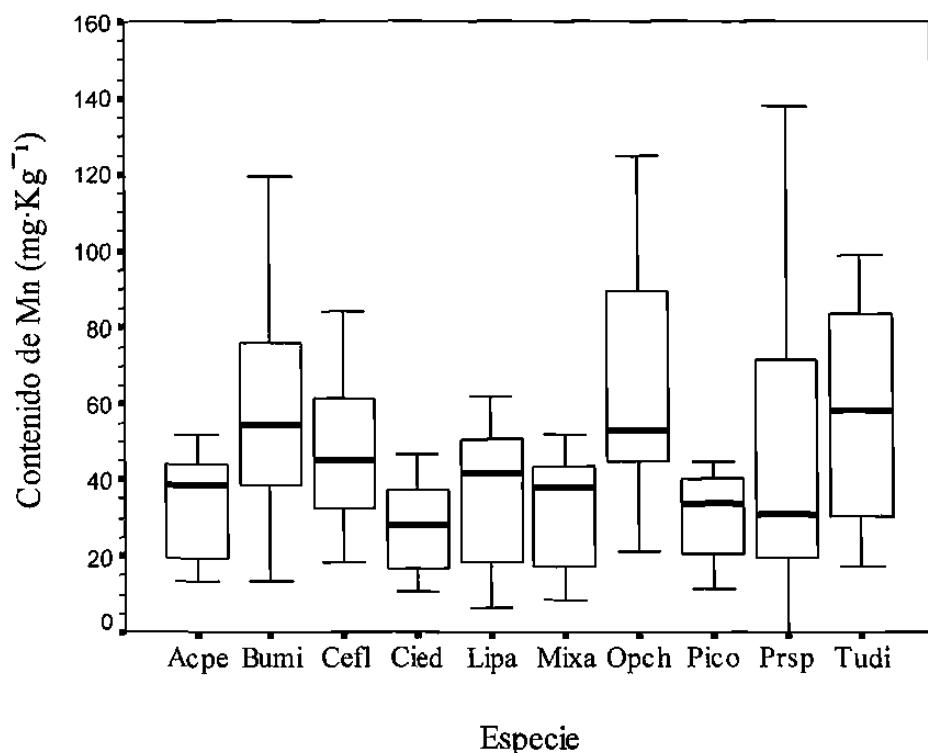


Figura 58. Diagrama de caja para el contenido de manganeso en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla*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

Bursera microphylla redujo su contenido de Mn en el Verano, *Cyrtocarpa edulis* en el Invierno, *Opuntia cholla* tuvo un menor contenido en el Otoño en tanto que

Pithecellobium confine incremento en Primavera y luego redujo su contenido de Mn en el Verano (Tabla 21). Las leguminosas (37.7 ± 21.9) parecen tener un contenido menor de Mn en relación a las no leguminosas (48.6 ± 28.0), sin embargo, debido a la gran variabilidad en este mineral (Figura 55), solo existió diferencias significativas en Invierno (Tabla 21). El efecto del año se manifestó en ambos tipos de plantas, al parecer el contenido de Mn esta relacionada a la precipitación media anual.

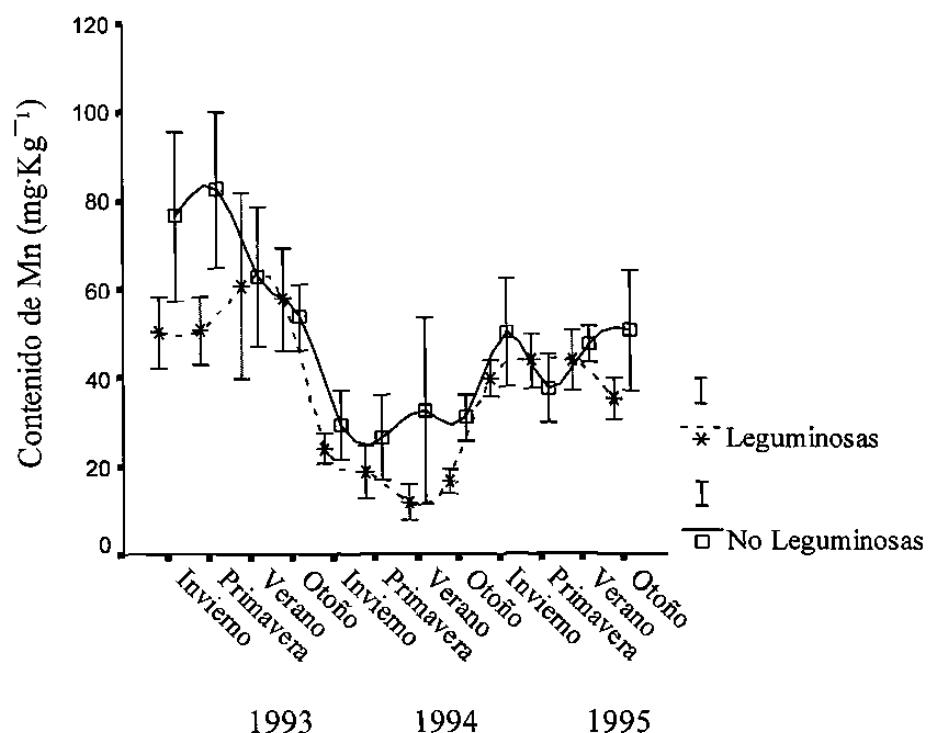


Figura 59. Contenido estacional de manganeso (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.4.2.2 Cobre

Acacia peninsularis (6.8 ± 1.7), *Turnera diffusa* (6.2 ± 1.9), *Bursera microphylla* (6.3 ± 2.5) y *Lippia palmeri* (6.5 ± 2.8) fueron las especies con un mayor valor promedio de Cu y las más variables. *Mimosa xantii* (4.2 ± 1.3) y *Opuntia cholla* (3.9 ± 1.2) las de menor

contenido promedio de Cu (Figura 56). *Cyrtocarpa edulis* y *Lippia palmeri* fueron las únicas que tuvieron una disminución del contenido de Cu en Primavera.

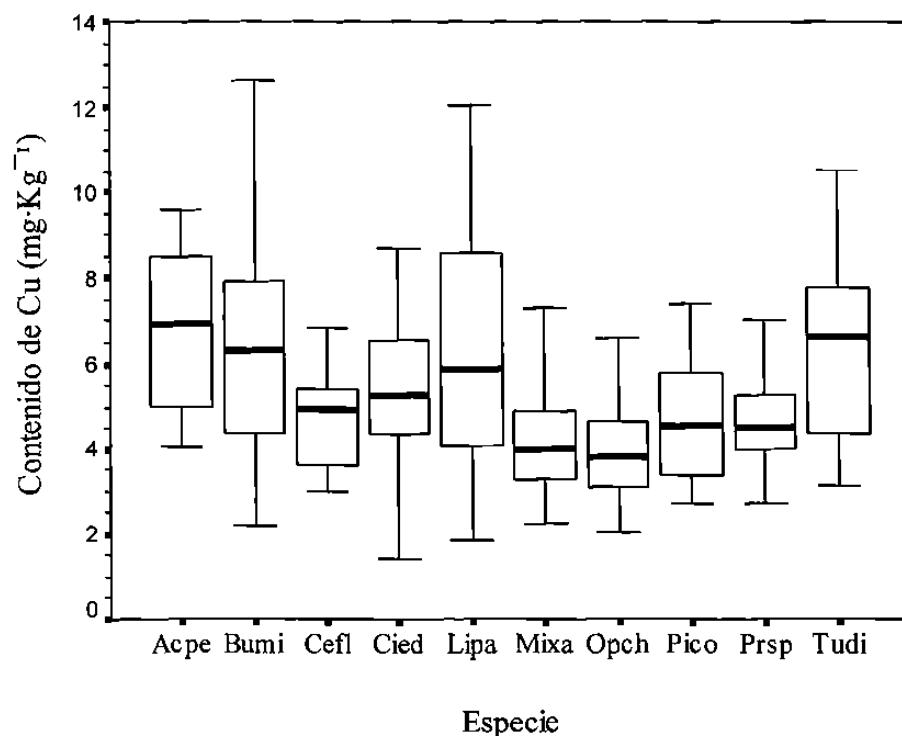


Figura 60. Diagrama de caja para el contenido de cobre en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla*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

Las leguminosas (5.0 ± 1.6) y no leguminosas (5.7 ± 2.2) presentaron un comportamiento paralelo en el contenido de Cu a través de todas las estaciones de muestreo con un contenido aparentemente mayor en no leguminosas (Figura 57), aunque esta diferencia solo fue significativa en Verano y Otoño (Tabla 22). Ambos tipos de plantas disminuyeron su contenido de Cu durante la Primavera y también durante 1994 y 1995, los años de menor precipitación pluvial.

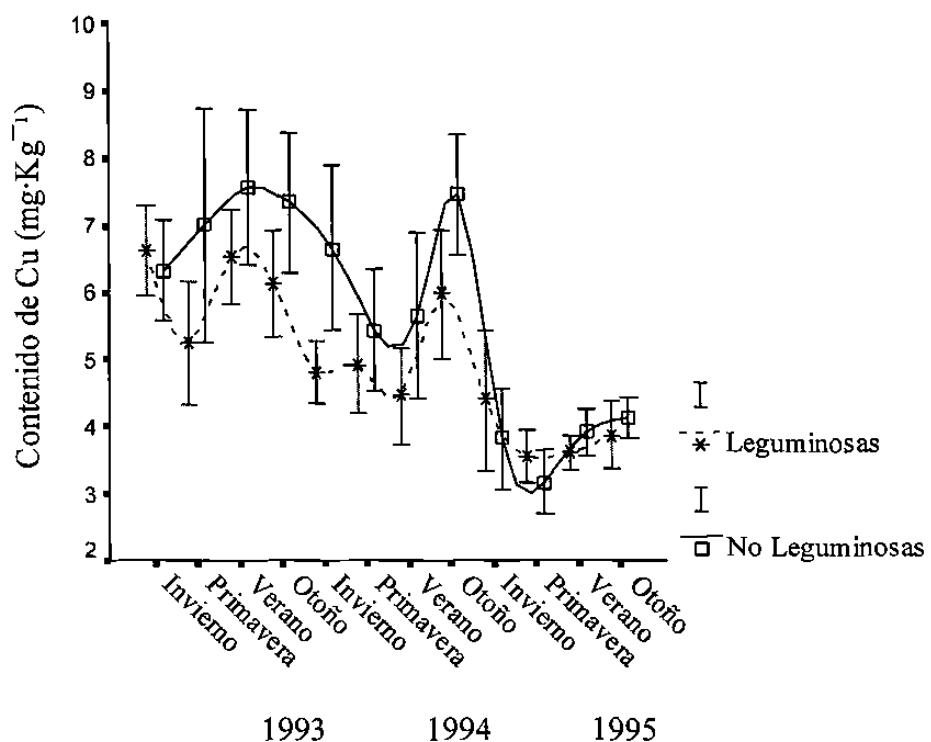


Figura 61. Contenido estacional de cobre (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

Tabla 22.

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

Plantas	Cu				Fe			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<i>Acacia peninsularis</i>	7.3	6.3	6.3	7.4	172.3	368.6	152.1	217.8
<i>Cercidium floridum</i>	4.8	4.4	4.8	4.8	260.8	402.0	264.9	212.5
<i>Mimosa xantii</i>	4.1	3.8	4.5	4.4	212.0	298.8	320.9	227.6
<i>Pithecellobium confine</i>	4.8	4.0	4.5	4.9	205.6	326.2	141.3	180.6
<i>Prosopis</i> sp.	5.2	4.2	3.9	4.9	194.4	210.5	193.2	165.1
Leguminosas ¹	5.2 ^a	4.5 ^b	4.8 ^{ab}	5.3 ^a	209.0 ^b	321.2 ^a	214.5 ^b	200.7 ^b
<i>Bursera microphylla</i>	5.6	7.6	5.6	6.5	254.2	432.7	126.4	218.7
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	5.3	4.3	5.4	6.6	393.0	398.0	258.5	321.4
<i>Lippia palmeri</i>	7.1	4.1	7.4	7.5	285.5	176.8	337.2	394.6
<i>Opuntia cholla</i>	3.3	3.5	4.4	4.4	147.0	185.7	146.7	119.3
<i>Turnera diffusa</i>	6.3	6.3	6.0	6.4	405.1	325.9	368.3	366.6
No Leguminosas ¹	5.6 ^{ab}	5.2 ^b	5.7 ^{ab}	6.3 ^a	297.0 ^a	303.8 ^a	241.0 ^b	284.1 ^{ab}
Efecto: Tipo de Planta ²								
Contraste	ns	ns	*	*	***	ns	ns	***
EE	.40	.44	.42	.40	21.9	21.9	24.4	23.4
Media Estacional ¹	5.4 ^{ab}	4.8 ^c	5.2 ^{bc}	5.8 ^a	253.0 ^b	312.5 ^a	227.3 ^b	242.4 ^b
Efecto: Año	1993	1994	1995		1993	1994	1995	
Leguminosas	6.1 ^a	5.0 ^b	3.8 ^c		220.3 ^b	253.2 ^a	235.6 ^{ab}	
No Leguminosas	7.0 ^a	6.3 ^b	3.7 ^c		273.7 ^a	289.5 ^a	283.7 ^a	
Media Anual	6.5 ^a	5.6 ^b	3.8 ^c		247.0 ^a	270.9 ^a	259.6 ^a	

¹ Medias dentro de filas para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

4.4.2.3 Hierro

Cercidium floridum (285.0 ± 90.6) y *Turnera diffusa* (366.5 ± 37.8) fueron las especies con un promedio mas alto, *Opuntia cholla* (149.7 ± 55.9) fue la más baja y *Lippia palmeri* (295.0 ± 141.1) la más variable (Figura 58).

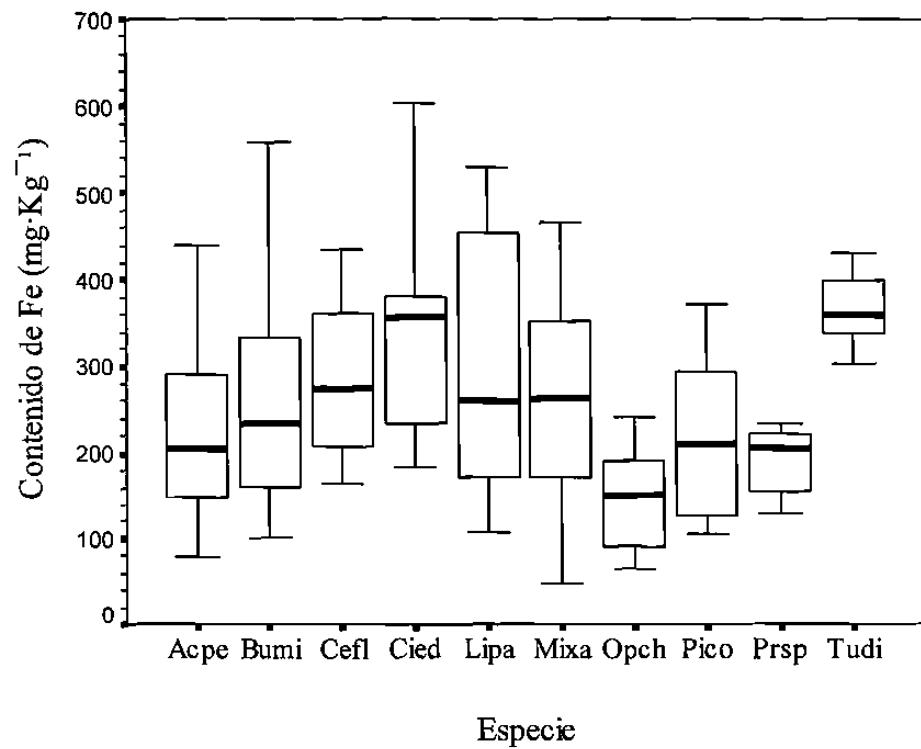


Figura 62. Diagrama de caja para la concentración de hierro en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis sp.* (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla*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

Cercidium floridum, *Mimosa xantii* y *Prosopis sp.* incrementaron el contenido de Fe en el Verano y con excepción de *Mimosa xantii* también en la Primavera. Otras especies (*Acacia peninsularis*, *Bursera microphylla* y *Pithecellobium confine*), también mostraron un mayor contenido de Fe durante la Primavera (Tabla 22). Por el contrario, *Turnera diffusa* tuvo una reducción del contenido de Fe en la Primavera y *Lippia palmeri* durante el Invierno y la Primavera.

Como se aprecia en la figura 59, las no leguminosas (236.4 ± 98.7) tuvieron un contenido promedio menor de Fe que las leguminosas (282.2 ± 128.1), sin embargo, debido a la variabilidad, las diferencias fueron evidentes solo en Invierno y Otoño (Tabla 22), esto debido a que las leguminosas incrementan su contenido de Fe durante la Primavera, mientras que las no leguminosas redujeron su contenido en Verano. Adicionalmente, las leguminosas incrementaron el contenido de Fe en los años mas secos (1994 y 1995).

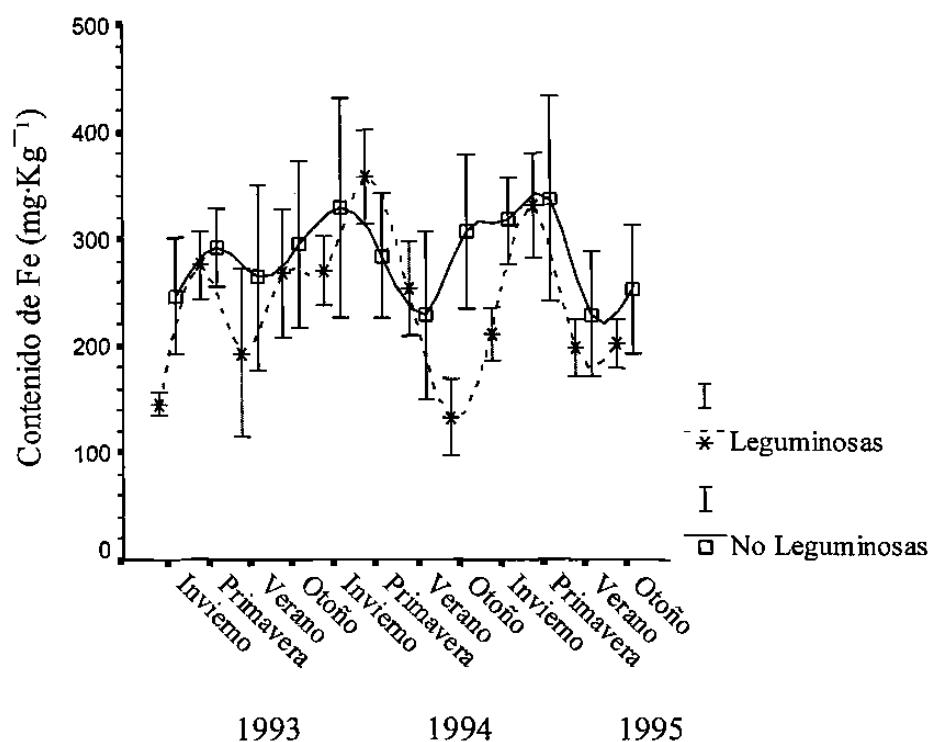


Figura 63. Contenido estacional de hierro (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis* sp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.4.2.4 Zinc

Cercidium floridum (19.4 ± 4.4) tuvo el mayor valor promedio en contenido de Zn, *Opuntia cholla* (11.5 ± 3.9) y *Pithecellobium confine* (11.7 ± 3.3) el menor, y *Prosopis* sp. (18.8 ± 6.2) el más variable (Figura 60). Algunas especies incrementaron su contenido de Zn en el Invierno (*Cercidium floridum*, *Bursera microphylla* y *Pithecellobium confine*) y Primavera (*Pithecellobium confine*), otras en el Verano (*Mimosa xantii* y *Lippia palmeri*), *Lippia palmeri* tuvo una disminución previa en la Primavera (Tabla 23).

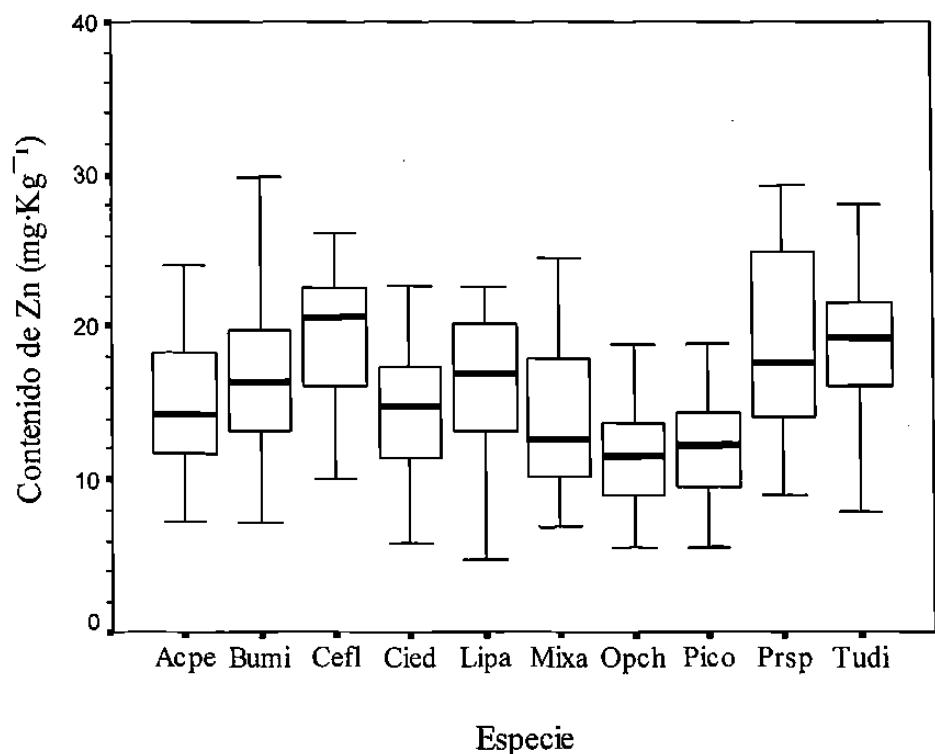


Figura 64. Diagrama de caja para el contenido de zinc en cinco especies arbustivas leguminosas: *Acacia peninsularis* (Acpe), *Cercidium floridum* (Cefl), *Mimosa xantii* (Mixa), *Pithecellobium confine* (Pico), *Prosopis* sp. (Prsp) y cinco especies arbustivas no leguminosas: *Bursera microphylla* (Bumi),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

Tabla 23.

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

Especie	Zn			
	Inviero	Priamvera	Verano	Otoño
<i>Acacia peninsularis</i>	15.8	14.2	14.2	14.2
<i>Cercidium floridum</i>	21.7	18.4	19.6	17.9
<i>Mimosa xantii</i>	15.4	12.9	16.9	11.4
<i>Pithecellobium confine</i>	13.9	12.8	10.1	9.8
<i>Prosopis</i> sp.	19.9	19.8	19.7	15.9
Leguminosas ¹	17.3 ^a	15.6 ^{ab}	16.1 ^a	13.8 ^b
<i>Bursera microphylla</i>	19.8	17.6	15.6	14.5
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	13.4	17.2	13.1	14.8
<i>Lippia palmeri</i>	18.0	10.6	21.9	14.7
<i>Opuntia cholla</i>	11.6	9.7	14.2	10.5
<i>Turnera diffusa</i>	20.2	17.0	18.0	17.7
No Leguminosas ¹	16.6 ^a	14.4 ^b	16.2 ^a	14.5 ^b
Efecto: Tipo de Planta ²				
Contraste	ns	ns	ns	ns
EE	1.1	1.0	1.2	1.0
Media Estacional ¹	17.0 ^a	15.0 ^{bc}	16.1 ^{ab}	14.1 ^c
Efecto: Año				
	1993	1994	1995	
Leguminosas	16.8 ^b	11.4 ^c	19.0 ^a	
No Leguminosas	17.2 ^a	11.2 ^b	17.5 ^a	
Media Anual	17.0 ^b	11.3 ^c	18.2 ^a	

¹ Medias dentro de hileras para cada variable con diferente superíndice difieren por estación ($P < 0.05$)

² Significancia y error estándar (EE) del Contraste entre tipo de planta por estación.

*** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$; ns = no significativa.

Las leguminosas (15.7 ± 5.5) y no leguminosas (15.4 ± 5.3) mostraron un comportamiento muy similar en el contenido de Zn a lo largo de las estaciones de muestreo, siendo el año al parecer el de mayor efecto sobre esta variable (Figura 61). No existió diferencia significativa entre leguminosas y no leguminosas. Ambos tipos de plantas tuvieron efecto del año de estudio e incrementaron su contenido de Zn durante el Invierno y el Verano (Tabla 23).

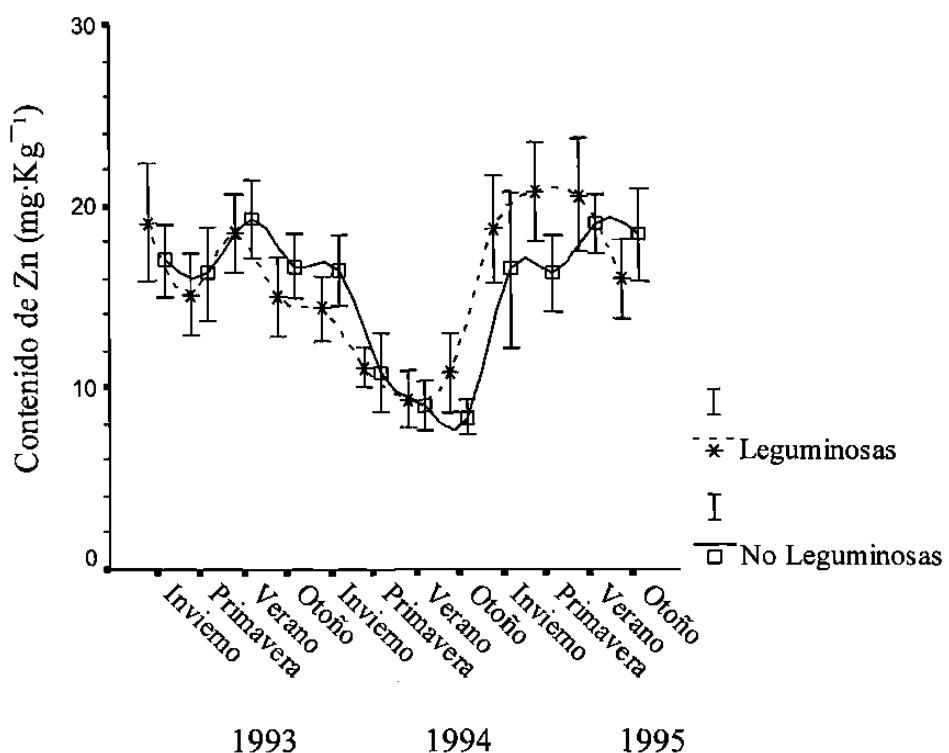


Figura 65. Contenido estacional de zinc (\pm EE) en cinco especies arbustivas leguminosas: (*Acacia peninsularis*, *Cercidium floridum*, *Mimosa xantii*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis sp*) y cinco especies arbustivas no leguminosas: (*Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri*,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

4.5 Variables Relacionadas con la Degradabilidad Efectiva de Materia**Orgánica y Proteína Cruda**

Las entidades nutritivas de la pared celular como FDN, FDA, Lignina y PIDA estuvieron consistente y sistemáticamente correlacionadas negativamente ($P < 0.05$) con la degradabilidad efectiva de MO y PC calculada a tasas de pasaje ruminal de 2, 5 y 8%/h en leguminosas y no leguminosas (Tabla 24). El contenido de celulosa se correlacionó negativamente con la DEMO en leguminosas y no leguminosas, pero no con la DEPC. En este estudio, los taninos no mostraron correlación con la degradabilidad de MO o PC en ningún tipo de planta. El contenido de MO se correlacionó negativamente con DEMO y DEPC.

La proteína disponible de la pared celular se correlacionó positivamente con DEPC solo en las leguminosas, mientras que la PIDN se correlacionó negativamente con DEPC en ambos tipos de planta.

El contenido de Ca se correlacionó positivamente con la DEMO, pero no con DEPC, mientras que el P y Cu se correlacionaron negativamente con DEPC. El Na y Fe se correlacionaron negativamente con DEMO y DEPC pero solo en las no leguminosas, mientras que Zn se correlaciono con DEMO y DEPC pero solo en las leguminosas. El contenido de K se correlacionó positivamente con DEMO y DEPC en ambos tipos de planta. El contenido de Mg solo se correlacionó con DEMO en no leguminosas.

Tabla 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.

Variable	DEMO		DEPC	
	Leguminosas	No Leguminosas	Leguminosas	No Leguminosas
FDN	-	-	-	-
FDA	-	-	-	-
Lignina	-	-	-	-
Celulosa	-	-	ns	ns
Taninos	ns	ns	ns	ns
MO	-	-	-	-
PIDN	ns	-	-	-
PIDA	-	-	-	-
PIDN-PIDA	+	+	+	ns
Ca	+	+	ns	+
P	ns	ns	-	-
Na	ns	-	ns	-
K	+	+	+	+
Mg	ns	+	ns	ns
Cu	-	ns	-	-
Fe	ns	-	ns	-
Zn	+	ns	+	ns

- = Correlación negativa; + = Correlación positiva; ns = no significativa ($P > 0.05$).

tipo de planta a una tasa de pasaje de 2%/h estuvo mas correlacionada y fue principalmente determinada por el contenido de FDA, seguido en orden de importancia por el contenido de FDN. Dentro de los minerales, el Mg, Ca y K, en orden de importancia fueron los que determinaron la DEMO (Tabla 25).

Tabla 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.

Variable	Coeficientes no Estandarizados	EE	Coeficientes Estandarizados	P	Correlación Parcial	R ²	EE	P
Constante	88.1	2.1			***			
FDA	-.50	.08	-.39	***	-.37			
FDN	-.40	.06	-.32	***	-.39			
K	.14	.07	.07	*	.12			
Mg	.55	.17	.11	**	.20			
PIDA	-.12	.04	-.11	*	-.16			
Ca	.08	.03	.08	*	.13	.79	5.6	*

*** = P<0.001, ** = P<0.01, * = P<0.05, ns = no significativa.

La DEPC fue principalmente determinada por la proteína de la pared celular (PIDA y PIDN). El contenido de K y P fueron los minerales que determinaron la DEPC (Tabla 26).

Tabla 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.

Variable	Coeficientes no Estandarizados	EE	Coeficientes Estandarizados	P	Correlación Parcial	R ² Ajustada	EE	P
Constante	95.8	3.4		***				
PIDA	-.54	.08	-.39	***	-.39			
K	.52	.10	.21	***	.30			
PIDN	-.28	.08	-.20	***	-.23			
P	-2.57	.93	-.13	**	-.18	.58	10.4	**

PHE = Precipitación histórica de la estación de las observaciones.

PAAnt= Precipitación del año anterior a las observaciones.

*** = P<0.001; ** = P<0.01; * = P<0.05; ns = no significativa.

Cuando el proceso de selección de variables se efectuó para cada tipo de planta, los valores de predicción de la degradabilidad efectiva se mejoraron tanto para DEMO como para DEPC, aunque siempre fueron mejores para DEMO. En las leguminosas el contenido de FDA fue el más correlacionado y determinante de DEMO, seguido en importancia por PIDA. El contenido de Ca fue menos significativo (Tabla 27). En no leguminosas el contenido de FDN fue más determinante y estuvo más correlacionado con DEMO que el contenido de FDA, sin embargo, ambas entidades nutritivas fueron altamente significativas. Además, el contenido de K tuvo una alta correlación y fue altamente significativo en determinar DEMO (Tabla 28).

Tabla 27.

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

Variable	Coeficientes no Estandarizados	EE	Coeficientes Estandarizados	P	Correlación Parcial	R ²	EE	P
Constante	96.0	2.0		***				
FDA	-1.5	.09	-1.0	***	-.83			
PIIDA	.38	.07	.31	***	.46			
Celulosa	.24	.08	.12	**	.26			
Ca	.05	.02	.08	*	.19	.83	3.3	*

*** = P<0.001; ** = P<0.01; * = P<0.05; ns = no significativa.

Tabla 28

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

Variable	Coeficientes no Estandarizados	EE	Coeficientes Estandarizados	P	Correlación Parcial	R ²	EE	P
Constante	82.3	2.9		***				
FDA	-.37	.10	-.30	***	-.33			
K	.55	.10	.25	***	.46			
FDN	-.47	.08	-.39	***	-.46			
PIIDA	-.15	.06	-.13	*	-.22	.81	6.6	*

*** = P<0.001; ** = P<0.01; * = P<0.05; ns = no significativa.

Para la DEPC en leguminosas, el contenido de FDA y PIDA fueron los más determinantes y correlacionados. El contenido de P y la PAAnt fueron igual de importantes, aunque el P fue más significativo. El contenido de celulosa y Zn fueron los menos importantes (Tabla 29).

Tabal 29.

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

Variable	Coeficientes no Estandarizados	EE	Coeficientes Estandarizados	P	Correlación Parcial	R ² Ajustada	EE	P
Constante	127.6	6.9		***				
PIDA	-.89	.14	-.46	***	-.50			
P	-4.7	1.2	-.28	***	-.32			
FDA	-1.0	.20	-.44	***	-.43			
Celulosa	.54	.18	.17	**	.27			
Zn	-.45	.20	-.18	*	-.20	.67	7.6	*

*** = P<0.001; ** = P<0.01; * = P<0.05; ns = no significativa.

Para las no leguminosas el contenido de PIDA fue el más correlacionado e importante en determinar DEPC, seguido por el contenido de K. Ambas fueron similares en importancia y estuvieron altamente correlacionados con DEPC. La variable menos importante pero altamente significativa fue PIDN-PIDA (Tabla 30).

Tabla 30

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

Variable	Coeficientes no Estandarizados	EE	Coeficientes Estandarizados	P	Correlación Parcial	R ² Ajustada	EE	P
Constante	89.3	5.1		***				
PIDA	-.75	.09	-.56	***	-.61			
K	.88	.16	.35	***	.46			
PIDN-PIDA	-.45	.10	-.29	***	-.40	.63	11.0	***

*** = P<0.001; ** = P<0.01; * = P<0.05; ns = no significativa.

5 DISCUSIÓN

La cobertura promedio del área de estudio fue escasa, aunque se observa una variación dinámica en la cobertura, frecuencia, densidad y valor de importancia. Con la excepción de *Prosopis sp.*, las leguminosas parecen tener un menor valor de importancia que las no leguminosas, principalmente por la menor frecuencia relativa, lo cual podría ser debido a que son mas consumidas por el ganado, o por que su propagación se ve limitada por el crecimiento de plantas con uso más eficiente del agua o a ambos factores.

Es de importancia notar la presencia de especies tóxicas como: 1) *Sapium biloculare* con una frecuencia relativa similar al promedio de las especies leguminosas de este estudio (13.1 y 14.5% respectivamente), el látex de esta planta puede producir ulceras en los ojos causando dolor y ceguera (De la Luz y Coria, 1992) y 2) *Karwinskia humboldtiana*, aunque presenta una menor frecuencia puede ser causa de perdidas económicas para los ganaderos de la región dado que de esta planta se han aislado diversos compuestos derivados de la antracenona y de varias dionas, las cuales causan parálisis de extremidades inferiores, pudiendo causar parálisis bulbar y muerte (Contreras y Zolla, 1982).

De los resultados de composición nutritiva del forraje y degradabilidad ruminal, se pudo detectar un comportamiento bifásico en la calidad del forraje a lo largo del año, con una estación de baja o mala calidad del forraje en Primavera - Verano y otra de buena calidad en Otoño - Invierno. Algunos autores mencionan que la técnica *in situ* es una forma viable de clasificar comparativamente la calidad del forraje de árboles y arbustos para estudios posteriores en nutrición animal (Singh et al., 1989; Larbi et al., 1997; Larbi et al., 1998).

El hecho de que las leguminosas incrementen el contenido de CNE en la Primavera con una ligera disminución del contenido de PC, pero no de las fracciones de proteína, es indicativo de una mejor calidad del forraje si se comparan con las no leguminosas, dado que estas últimas, además de un menor contenido de PC tuvieron una reducción en CNE y PC, y también sufrieron cambios en las fracciones de proteína que sugieren una menor disponibilidad de la PC, puesto que se observó un incremento en PIDN y PIDA en

Primavera y Verano y de lignina en Primavera. La PIDA es considerada como proteína insoluble no disponible (Pichard y Van Soest, 1977), dado que puede estar asociada con la lignina, taninos o bien como compuestos Maillard (Krishnamoorty et al., 1982). Algunos autores (Nelson y Moser, 1994; Van Soest, 1994) señalan que el efecto de la madurez en leguminosas se refleja en la reducción de la relación hoja:tallo, sin cambios significativos en la composición, a diferencia de las gramíneas en las que existen cambios marcados en la fracción fibrosa del forraje, similar a los encontrados en este trabajo.

Los resultados de degradabilidad de MO y PC confirman los datos de composición en el sentido de que las leguminosas conservan una mejor calidad del forraje durante la Primavera y Verano, dado que en las leguminosas no hubo cambios considerables en las fracciones *a*, y *b* de MO y PC debido a la estación del año.

La reducción en la degradabilidad efectiva de la PC en leguminosas durante el Verano pudo estar relacionada a la significativa reducción en la proteína disponible de la pared celular (PIDN-PIDA) en esta estación. En contraste, en las no leguminosas la reducción en degradabilidad efectiva de MO y PC en Primavera y Verano pudo haberse debido a la reducción en la fracción *a* y *b* de MO y en la fracción *a* de PC respectivamente, estos cambios a su vez pueden estar relacionados a la reducción en CNE y el correspondiente incremento en los componentes estructurales de la pared celular del forraje (FDN, FDA, lignina, celulosa, PIDN y PIDA). Estos cambios han sido encontrados durante la maduración de pastos y otros forrajes (Jung y Deetz, 1993; Fick et al., 1994; Cone et al., 1999).

Sin embargo, dentro de estos dos tipos de plantas existen variaciones en la dinámica estacional del contenido de nutrientes y degradabilidad. Por ejemplo, dentro de las leguminosas, *Mimosa xanti* manifestó cambios en el contenido de PC y PIDA de manera similar a las no leguminosas, aunque su contenido de PC fue mayor. Por otro lado, a pesar de su elevado contenido de PC, el elevado contenido de lignina en *Pithecellobium confine* y de taninos en *Cercidium floridum* podrían representar

limitaciones para la digestibilidad de MO y PC. Dentro de la especies leguminosas *Pithecellobium confine* tuvo la más baja degradabilidad efectiva de MO y PC que puede estar relacionado al elevado contenido de lignina y taninos de esta especie. En contraste, dentro de las no leguminosas, *Opuntia cholla* mostro la mayor degradabilidad efectiva de MO, lo cual puede ser debido a su bajo contenido de lignina y taninos y su elevado contenido en hemicelulosa. Otros autores han encontrado una gran variación dentro y entre especies de plantas (Hoffman et al., 1993; Larbi et al., 1997; Vadiveloo y Fadel, 1992), concluyendo que la interacción de especies y estados de madurez es diversa provocando que la clasificación convencional de los forrajes no sea un reflejo de los atributos de composición o degradabilidad.

Los resultados indican que las no leguminosas responden estacionalmente con cambios drásticos en el contenido de nutrientes, mientras que en las leguminosas estos cambios también se manifiestan estacionalmente pero en menor magnitud, y, el efecto del año de estudio, parece ser de mayor importancia, sobre todo para el contenido de PC, FDN y las fracciones de proteína. De manera similar, estos datos sugieren que los parámetros de degradación, principalmente la fracción α y la degradabilidad efectiva de MO y PC se ven influenciadas principalmente por el año de estudio en las leguminosas, mientras que en las no leguminosas, los cambios debido al año de estudio son de mayor magnitud y significancia.

Las diferencias en el comportamiento en la estructura vegetal, composición y características de degradación entre especies leguminosas y no leguminosas podrían en parte ser explicadas en términos de las estrategias de uso del agua por parte de los diferentes tipos de plantas. Burgess (1995) señala que la variable disponibilidad de agua en el suelo se refleja en una variedad de formas de crecimiento de plantas coexistentes. Cada forma representando un modo de uso del agua y describe una clasificación simple de las estrategias de uso del agua para entender la estructura de la vegetación de agostaderos desérticos comparando la estructura del sistema radicular y la variación del contenido de agua en el interior de la planta, definiendo tres tipos de estrategias: 1) Explotadores intensivos.- dentro de los cuales se encuentran muchas especies arbustivas

con raíces superficiales y periodos largos de latencia, que utilizan de manera rápida el agua de lluvias del horizonte superficial del suelo, y que limitan el desarrollo de plantas con sistemas radiculares profundos, dentro de este tipo podrían encontrarse las especies no leguminosas *Bursera microphylla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Lippia palmeri* y *Turnera diffusa* de este estudio; 2) Explotadores extensivos.- dentro de los cuales se encuentran muchas de las especies maderables y que poseen raíces profundas (como el caso extremo de *Prosopis sp.* cuyas raíces pueden tener 50 m de profundidad y 15 m de extensión radial superficial) que utilizan la humedad de las precipitaciones infrecuentes pero que permanece disponible por varios meses retenida en el suelo como podría ser el caso de las especies leguminosas de este estudio y 3) Conservadores de agua.- los cuales pueden almacenar relativamente grandes cantidades de agua internamente y que actúan como un buffer en contra del rápido inicio del estrés por sequía, algunas plantas emplean una ruta fotosintética llamada metabolismo ácido de las crasuláceas, que les permite hacer un uso muy eficiente del agua como es el caso de *Opuntia cholla*.

Aunque la concentración de minerales en las plantas estudiadas varió estacionalmente, todas las especies tuvieron una concentración superior al requerimiento de rumiantes en Mg ($>1.0 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ de MS), Ca ($>1.9 \text{ a } 7.3 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$), K ($>6.0 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$) y Fe ($>50 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$), pero las concentraciones de Zn ($<30 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$) y Cu ($<10 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$) fueron deficientes (NRC, 1996). Dado que la concentración de P y Mn se vieron afectadas por el año de estudio más que por la estación de muestreo, las plantas estudiadas cubrieron mejor los requerimientos de P ($1.8 \text{ a } 3.8 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$) y Mn ($20 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$) del ganado en algunos años y fueron deficientes en otros. Las especies no leguminosas cubrieron mejor los requerimientos de Na ($0.6 \text{ a } 0.8 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$), del ganado bovino. Las especies no leguminosas estudiadas parecen ser una fuente rica en Na (*Bursera microphylla* y *Cyrtocarpa edulis*) y Mn (*Bursera microphylla*, *Opuntia cholla* y *Turnera diffusa*).

Los valores de Ca encontrados en este estudio fueron de dos a cuatro veces los valores reportados por Ramírez et al. (2001) y cerca de 10 veces los valores reportados por Barnes et al. (1990) en arbustos nativos del sur de Texas (valores de $1.5 \text{ a } 5.7 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$); sin embargo son similares a los reportados por Khanal y Subba (2001) para árboles de Nepal y los reportados por Kallah et al. (2000) para arbustos de Nigeria. El alto

contenido de Ca en estas plantas puede ser debido al alto contenido de Ca y alto pH del suelo (Spears, 1994). El nivel de Ca considerado como normal en la parte aérea de las plantas superiores es de $5 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ (Salisbury y Ross, 1994a), esta concentración puede variar de 2 a $35 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ en plantas sanas completas (Curtis y Barnes, 2000), sin embargo, algunos resultados indican que la concentración óptima de Ca en 11 monocotiledóneas puede ser de $1 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ y en 18 dicotiledóneas puede ser de $2 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ (Salisbury y Ross, 1994a). Las plantas en este estudio mostraron valores superiores a $20 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$.

En contraste con la falta de variación estacional en el contenido de Ca encontrada en este estudio, Ramírez et al. (2001) encontraron un alto contenido de Ca durante el verano. Grenne et al. (1987) encontró una concentración de Ca altamente variable y difícil de interpretar con relación a la dinámica estacional, mientras que Grings et al. (1996) encontraron en pastos del Oeste de los EUA, bromo anual y hierbas, que la concentración de Ca varió con el tiempo y que el patrón de este cambio vario según la especie. Esta variación estacional interespecífica pudo ser la causa de la falta de efecto de estación. Por ejemplo, algunas leguminosas como *Acacia peninsularis* tuvo el más bajo contenido de Ca en Primavera, *Cercidium floridum* y *Mimosa xantii* en Verano, mientras que *Pithecellobium confine* tuvo el más alto contenido de Ca en Primavera. Similarmente dentro de las no leguminosas *Cyrtocarpa edulis* y *Opuntia cholla* tuvieron el más bajo contenido de Ca en Verano y *Turnera diffusa* en Primavera. Los altos contenidos de Ca y la diferencia en el patrón de cambio estacional entre especies pueden ser característica de adaptación relacionadas a las diferencias en la respuesta de las plantas al estrés hídrico como se discute mas adelante.

Los valores de P (1.2 a $2.9 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$) encontrados en este estudio, concuerdan con valores reportados por Barnes et al. (1990) y Ramírez et al. (2001), quienes reportan valores de 0.8 a $2.8 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ y de 0.1 a $2.6 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ respectivamente. Valores superiores (1.6 a $4.0 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$) han sido reportados en árboles de Nepal (Khanal y Subba; 2001). Similarmente a los resultados de este estudio, otros autores (Greene et al., 1987; Grings et al., 1996; Ramírez et al., 2001) han reportado diferencias estacionales en la concentración de P, reportan mayores niveles de P durante los períodos de crecimiento vegetativo activo y valores más bajos durante la dormancia. Los bajos valores de P y altos contenidos de

Ca en algunas plantas como *Opuntia cholla* resultaron en relaciones Ca:P inusualmente amplias de 4:1 a 42:1. Similares relaciones Ca:P han sido reportadas por Kallah et al. (2000).

Los valores de Mg encontrados en este estudio concuerdan con los reportados por Ramírez et al (2001) y Khannal y Subba (2001). De manera similar a los resultados obtenidos Greene et al. (1987) y Ramírez et al. (2001) reportan una variación estacional en los niveles de Mg.

En contraste con otros autores, que han encontrado bajas y aparentemente deficientes concentraciones de Na (Kallah et al., 2000; Khanal y Subba, 2001; Moya et al., 2002), los niveles de Na encontrados en este estudio fueron altos y superiores al requerimiento de rumiantes. En este estudio las plantas acumularon Na durante las estaciones y años más secos. Las plantas del desierto acumulan Na con la finalidad de aliviar el estrés hídrico y salino. Cuando el suelo se torna seco, la concentración de sal en el suelo se incrementa y el potencial osmótico se torna más negativo, disminuyendo el potencial hídrico del suelo, el flujo de agua dentro de la planta decrece a menos que la planta sea capaz de ajustar su potencial hídrico interno por debajo de el del suelo. El NaCl es necesario para este ajuste osmótico en ambientes salinos, sin embargo la absorción de sal puede incrementar la toxicidad potencial del Na para la planta (Salisbury y Ross, 1994b; Miller y Doescher, 1995; Curtis y Barnes, 2000).

Similar a los resultados de Greene et al. (1987) y Grings et al. (1996), la variación estacional en el contenido de K parece estar relacionada a la disponibilidad de agua, dado que la absorción de K por la raíz esta ligada a la humedad del suelo como lo reportan Lonegran (1973) y Charley (1977). Bajo condiciones optimas de humedad del suelo, la concentración de K usualmente excede el requerimiento de la planta, pero bajo condiciones de estrés la absorción de K puede ser limitada y llevar a la deficiencia de K. Las sales de iones como Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , y SO_4^{2-} pueden inducir la deficiencia de nutrientes limitando la absorción de nutrientes esenciales como K^+ , Ca^{++} , HPO_4^{2-} , NH_4^+ , y NO_3^- (Salisbury y Ross, 1994b,c; Miller y Doescher, 1995). Por tanto, los altos contenidos de Na encontrados en las plantas de este estudio durante el estrés hídrico de Primavera y los años de sequía pudieron causar la baja concentración de K encontradas

en Primavera y los años de menor precipitación pluvial. Sin embargo los altos contenidos de Ca encontradas pueden ayudar a mejorar el estatus de K en estas plantas, dado que el Ca permite la absorción preferencial de K en lugar del Na (Salisbury y Ross, 1994c).

Los contenidos de Mn encontrados en este estudio parecen estar relacionadas a la precipitación anual. Algunos autores (Spears, 1994; Grings et al., 1996; Ramírez et al., 2001) reportan una gran variación en la concentración de Mn entre y dentro de especies de plantas. Esta variación pudo ser apreciada en este estudio para las leguminosas (37.7 ± 21.9) y no leguminosas (48.6 ± 28.0) y puede ser la razón de la falta de estacionalidad en ambos tipos de planta, sin embargo, Ramírez et al. (2001) y Moya et al. (2002) encontraron una alta concentración de Mn en Invierno y Primavera en arbustos nativos del Noreste de México. Aunque todas las plantas pudieron cubrir el requerimiento de rumiantes de este mineral, la concentración de Mn en las plantas fue deficiente para la reproducción de rumiantes (<20 a 40 mg·Kg⁻¹; NRC, 1984) en 1994, cuando la precipitación fue escasa, debido a la variación anual en el contenido de este mineral. Adicionalmente, los altos niveles de Ca pueden incrementar el requerimiento de Mn (Hidirogloou, 1979) y la disponibilidad de Mn puede verse limitada debido a que una alta proporción (22 a 94%) esta ligada a los componentes de la pared celular del forraje (Spears, 1994).

En el presente estudio el contenido de Cu en ambos tipos de planta se redujo durante la Primavera y durante los años más secos. Al respecto Spears (1994) señala que la disminución en la concentración de Cu puede ocurrir con el avance de la madurez y debido a cambios climáticos y ambientales. En las plantas, este mineral funciona como un componente esencial de muchas enzimas (Curtis y Barnes, 2000). Ramírez et al. (2001) encontraron una alta concentración de Cu durante la Primavera en arbustos del Noreste de México, indicando que este es el periodo activo de crecimiento vegetativo, mientras que en este estudio, la Primavera fue la estación de sequía y dormancia. A pesar de que todas las plantas fueron deficientes en Cu con respecto al requerimiento de rumiantes, en Primavera el bajo contenido de Cu puede limitar la disponibilidad de Cu debido al incremento en FDN y componentes de la pared celular encontrados en este

estudio durante la Primavera, dado que la asociación del Cu con la pared celular disminuye la tasa y grado de liberación del Cu en el tracto gastrointestinal (Spears, 1994).

Tanto las leguminosas como no leguminosas incrementaron la concentración de Fe durante la Primavera. El Fe es traslocado lentamente a través del floema, de las hojas viejas a las jóvenes, por lo tanto tiende a acumularse en las hojas viejas (Salisbury y Ross, 1994a). Similar a los resultados de este estudio, los arbustos de regiones semiáridas de México tienen niveles de Fe en cantidades sustanciales para llenar el requerimiento de rumiantes (Ramírez et al., 2001; Moya et al., 2002). Algunas evidencias indican que niveles de Fe de 250 a 1200 mg·Kg⁻¹ pueden afectar negativamente el estatus de Cu en el ganado y en borregos (Spears, 1994), por lo que los altos niveles de Fe pueden incrementar aun más el requerimiento de Cu especialmente durante la Primavera.

Los valores mas altos en el contenido de Zn encontrados durante Verano e Invierno podrían estar relacionados a las lluvias de Verano e Invierno. Algunos arbustos del sur de Texas (Barnes et al., 1990) y Noreste de México (Ramírez et al., 2001; Moya et al., 2002) tienen niveles de Zn que variaron estacionalmente, pero solo algunos de ellos tuvieron niveles de Zn para cubrir el requerimiento de rumiantes. Sin embargo, estos resultados reportan niveles mayores de Zn que las plantas de este estudio, por lo que todas las plantas del presente estudio resultaron con niveles inferiores al requerimiento de rumiantes. Aunque los rumiantes alimentados a base de forraje pueden tener menores requerimientos de Zn debido a su más lento crecimiento, la asociación del Zn con la pared celular del forraje (29-45 % del total de Zn) puede limitar la disponibilidad de Zn y por tanto incrementar el requerimiento (Spears, 1994).

La degradabilidad efectiva de MO y PC en leguminosas y no leguminosas se vio limitada por los componentes de la pared celular. El contenido de FDA fue importante en determinar DEMO en ambos tipos de planta, mientras que FDN fue importante en no leguminosas. Van Soest (1982) señala que el problema de la predicción de la digestibilidad del forraje es el de estimar la digestibilidad de la pared celular, y el uso de la fibra detergente ácido (FDA) como un predictor de la digestibilidad no tiene fundamentos

teóricos sólidos más que la asociación estadística; adicionalmente señala que la FDA es un proceso preparativo para la determinación de celulosa, lignina, PIDA, minerales insolubles en detergente ácido y sílice y no es una fracción de fibra válida para la predicción de la digestibilidad, (Van Soest et al., 1991).

La pared celular de la planta determinada como FDN ha probado ser una característica fundamental principalmente en la predicción del consumo (Colburn et al., 1968; Fahey y Merchen, 1986; Mertens, 1987; Reid et al., 1988), sin embargo su relación con la digestibilidad es baja debido a la variable digestibilidad de la pared celular (Jung y Deetz, 1993).

El contenido de PIDA fue la variable más importante en limitar la DEPC en ambos tipos de planta, esta fracción es esencialmente la porción indigestible y se encuentra principalmente ligada a la lignina (Galyean, 1980; Sniffen et al., 1992), debido a que esta fracción se determina a partir de la determinación de N en el residuo FDA (Van Soest, 1991), por lo tanto, era de esperarse que la fracción FDA también se relacionara negativamente con DEPC en leguminosas.

En no leguminosas el contenido de PIDN-PIDA también fue importante en determinar DEPC, esta fracción es considerada como la proteína de lenta disponibilidad por estar asociada a los componentes de la pared celular de las plantas (Van Soest et al., 1981; Krishnamoorthy et al., 1983) y su grado de degradación en el rumen depende de las tasas relativas de degradación y pasaje de la fracción fibrosa del forraje (Sniffen et al., 1992), dado que solo es parcialmente degradada en el rumen, frecuentemente se le considera como la porción de la proteína total que potencialmente puede pasar por el rumen sin ser degradada (by-pass), también llamada proteína de sobrepaso (Galyean, 1980).

Algunos minerales también resultaron estar relacionados con la degradabilidad efectiva de MO y PC en leguminosas (Zn, P y Ca) y no leguminosas (K), sugiriendo en algunos casos, que su deficiencia no únicamente causaría desordenes metabólicos sino que también podría limitar la degradación de PC (P, Zn). Varios minerales, como fósforo y el azufre, son requeridos por los microorganismos ruminantes para su crecimiento normal y metabolismo, por lo que bajas concentraciones de estos minerales pueden impedir la habilidad de los

microorganismos para digerir la fibra (Spears, 1994). Algunos otros autores (Van Soest et al., 1991; López-Guisa y Satter, 1992) sugieren que algunos cationes como el Cu⁺, Co⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Na⁺ y Mg⁺⁺ pueden servir como unión entre la superficie cargada negativamente de los microorganismos y la pared celular de la planta, facilitando la digestión, lo cual podría explicar la correlación positiva del K con DEMO y DEPC en no leguminosas y del Ca con DEMO en leguminosas.

En este estudio, los taninos no estuvieron relacionados con la DEMO o la DEPC debido a los efectos variables de los taninos sobre la calidad del forraje. Burns (1978) señala que el efecto específico de los taninos depende de la interacción entre las características de los taninos, como el tamaño molecular, configuración estereoquímica (Robbins et al., 1991; Hagerman et al., 1992) y estabilidad química (Zucker, 1983) y la adaptación del animal para neutralizarlos y metabolizarlos. Por lo tanto, para comprender el efecto de los taninos, se requiere de un mayor entendimiento de sus características estructurales y de la fisiología, ecología y evolución del animal (Robbins et al., 1991).

Aunque el contenido de lignina estuvo correlacionado negativamente con DEMO de leguminosas ($r=-0.56$, $P<.001$) y no leguminosas ($r=-0.69$, $P<.001$) y con DEPC de leguminosas ($r=-0.55$; $P<.001$) y no leguminosas ($r=-0.31$; $P<.001$), sin embargo esta variable no fue seleccionada por el procedimiento de selección stepwise. De la revisión de literatura, hay que recordar que la cantidad de lignina puede ser el factor clave que limite la degradación de la pared celular, sin embargo, la organización de la matriz de la pared en la cual se encuentra la lignina, puede regular el grado de su influencia sobre la degradación de los polisacáridos de la pared (Hatfield, 1993), y que este grado de influencia ha probado ser distinto entre leguminosas y gramíneas (Jung y Deetz, 1993).

6 CONCLUSIONES

Con excepción de *Prosopis sp.*, las leguminosas presentaron un valor de importancia relativamente bajo con respecto a otras especies, principalmente por su baja frecuencia. Las leguminosas constituyen una fuente de forraje de mejor calidad que las no leguminosas durante la estación de sequía (Primavera - Verano), aportando una mayor cantidad de PC disponible y MO fermentable, además, estas especies se mantienen con una buena calidad durante todo el año, sin embargo la variación anual parece afectar la degradabilidad efectiva de MO y PC de estas. Por el contrario, en las especies no leguminosas se observaron cambios estacionales drásticos en su composición, nutritiva y características de degradación, al parecer, en respuesta a la variación estacional en la precipitación.

Dentro de las especies leguminosas, *Pithecellobium confine* fue la especie de menor calidad nutritiva por su mayor contenido de pared celular (FDN) y lignina. *Cercidium floridum* y *Prosopis sp.* fueron las de mejor calidad, por su mayor disponibilidad de PC y MO, pese al relativamente alto contenido de taninos en *Cercidium floridum*. *Opuntia cholla* parece ser una buena fuente de MO fermentable.

Todas las especies estudiadas fueron deficientes, con respecto al requerimiento del ganado, en Zn y Cu, y, debido a la variación estacional en el contenido de estos minerales, pueden llegar a ser deficientes en Mn y P. *Bursera microphylla* y *Cyrtocarpa edulis* son una fuente rica en Na, y *Bursera microphylla*, *Opuntia cholla* y *Turnera diffusa* en Mn para el ganado que las consume.

El contenido de taninos, lignina, FDN, FDA y PIDA limitaron la degradabilidad efectiva de MO y PC en leguminosas y no leguminosas. Algunos de los minerales como el Zn y P encontrados en concentraciones por debajo del requerimiento de bovinos en pastoreo también podrían limitar la degradabilidad efectiva de MO y PC, otros minerales como el Ca y K podrían favorecerla.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación de prácticas de control de malezas tendientes a eliminar plantas tóxicas y especies poco deseables como sería el caso de *Sapium biloculare* y *Karwinskyia humboldtiana*, así como implementar estrategias que permitan la propagación de especies leguminosas como *Cercidium floridum* y *Prosopis sp.* por su elevado valor como fuente de proteína, y de especies no leguminosas como *Cyrtocarpa edulis* por su contenido de Na y *Opuntia cholla* como fuente Mn y MO fermentable a la dieta del ganado durante la estación de sequía.

Se recomienda la administración de un complemento mineral que permita un consumo adecuado en Zn, Cu, Mn y P durante la estación y años de sequía, mientras no se cuente con datos mas precisos sobre el consumo de minerales por el ganado en pastoreo y del requerimiento de estos minerales bajo estas situaciones de producción específicas.

Se requiere también de mayores esfuerzos de investigación sobre la importancia de las diferentes especies, especialmente leguminosas, en el consumo y selectividad de la dieta del ganado durante la estación de sequía y sobre estrategias de utilización de esas especies como fuente de forraje.

Paralelamente se requiere un mayor conocimiento de la producción de biomasa de las especies con mayor valor nutritivo y la relación con las características del suelo y disponibilidad de agua en diferentes regiones fisiográficas.

8 LITERATURA CITADA

- Abdalla, H.O., D.G. Fox and R.R. Seaney. 1988. Variation in protein and fiber fractions in pasture during the grazing season. *Journal of Animal Science* 66:2663-2669.
- Adams, D.C. and R.E. Short. 1988. The role of animal nutrition on productivity in a range environment. pp 37-43. In: R.S. White and R.E. Short (Eds). Achieving efficient use of rangeland resources. Fort Keogh Research Symposium, Miles City, Mont.
- Agúndez, E.J., H. Fraga, A. Escobar y A. Trujillo. 1992. Especies forrajeras silvestres en la región de los Cabos Revista de Investigación. Científica. Serie Ciencias Agropecuarias Vol. 3, pp.1-20 México.
- Ahn, J.H., B.M. Robertson, R. Elliot, R.C. Gutteridge, and C.W. Ford. 1989. Quality assesment of tropical browse lugumes: tanin content and protein degradation. *Animal Feed Science and Technology* 27:147-153.
- Akin, D.E. 1989. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. *Agronomy Journal* 81:17-21.
- Akin, D.E. 1993. Perspectives of cell wall biodegradation. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. pp 76-81. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Åman, P. 1993. Composition and structure of cell wall polysaccharides in forages. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. pp 183-195. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Arriaga, L. y J. Cansino. 1992. Prácticas pecuarias y caracterización de especies forrajeras en la selva Baja caducifolia. En: Uso y Manejo de los Recursos Naturales en la Sierra de la Laguna Baja California Sur. Alfredo Ortega Ed. La Paz, México pp. 155-184.
- Arthur, D., J.L. Holechek, J. D. Wallace, M.L. Galyean, M. Cardenaz, and S. Rafique. 1992a. Forb and shrub influences on steer nitrogen retention. *Journal of Range Management* 45:133-136.
- Arthur, D., Holechek, J.L., J.D. Wallace, M.L. Galyean, and M. Cardenas. 1992b. Forb and shrub effects on ruminal fermentation in cattle. *Journal of Range Management* 45:519-523.
- Austin, P.J., L.A. Suchar, C.T. Robbins, and A.E. Hagerman. 1989. Tannin-binding proteins in saliva of deer and their abscence in saliva of sheep and cattle. *Journal of Chemical Ecology* 15:1335-1341.

- Bach, A., M.D. Stern, N.R. Merchen, and J.K. Drackley. 1998. Evaluation of selected mathematical approaches to the kinetics of protein degradation *in situ*. Journal of Animal Science 76:2885-2890.
- Bae, H.D., T.H. McAllister, J. Yanke, K-J. Cheng, and A. D. Muir. 1993. Effects of condensed tannins on endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succinogenes* S85. Applied Environmental Microbiology 59:2132-2137.
- Baker, T.I., G. V. Quike, O.G. Bentley, R.R. Johnson, and A.L. Moxon. 1959. The influence of certain physical properties of purified celluloses and forage celluloses on their digestibility by rumen microorganism *in vitro*. Journal of Animal Science 21:655-661.
- Baldwin, R.L., Thornely, J.H.M., and D.E. Beever. 1987. Metabolism of the lactating cow. II. Digestive elements of a mechanistic model. Journal of Dairy Research 54:107-113.
- Balogun, R.O., R.J. Jones, and J.H.G. Holmes. 1998. Digestibility of some tropical browse species varying in tannin content. Animal Feed Science and Technology 76: 77-82.
- Barahona, R., C.E. Lascano, R. Cochran, J. Morill, and E.C. Titgemeyer. 1997. Intake, digestion, and nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringency. Journal of Animal Science 75: 1633-1639.
- Barnes, R.F. and G.C. Marten. 1979. Recent developments in predicting forage quality. Journal of Animal Science 48:1554-1559.
- Barnes, T.G., Varner, L.W., Blankenship, L.H., Fillinger, T.J. and Heineman, S.C., 1990. Macro and trace mineral content of selected south Texas deer forages. Journal of Range Management 43:220-223.
- Barry, T.N. and T.R. Manley. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. British Journal of Nutrition 51:493-501.
- Barry, T.N., T.R. Manley, and S.J. Duncan. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 4. Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. British Journal of Nutrition 55:123-128.
- Beever, D.E. and B.R. Cottrill. 1994. Protein systems for feeding ruminant livestock: A European assessment. Journal of Dairy Science 77:2031-2037.
- Blair, G.J. 1989. The diversity and potential value of shrubs and tree fodders. In: Devendra C. (Ed). Shrubs and tree fodders for farm animals. pp 2-11. Proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia.

- Bock, B.J., R.T. Brandt, D.L. Harmon, S.J. Anderso, J.K. Elliot and T.B. Avery. 1991. Feedlot performance and *in situ* rate of starch digestion in steers. *Journal of Animal Science* 69:2703-2708.
- Bolwell, G.P. 1988. Synthesis of cell wall components: Aspects of control. *Phytochemistry*. 27:1235-1253.
- Bowles, D.J. 1990. Defense-related proteins in higher plants. *Annual Reviews on Biochemic*. 59:873-907.
- Breceda, A., A. Castellanos, L. Arriaga y A. Ortega. 1991. Conservación y áreas protegidas. In: A. Ortega y L. Arriaga. (Ed.) *La Reserva de la Biosfera el Vizcaíno en la Península de Baja California*. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C., La Paz B.C.S., México.
- Broderick, G.A., R.J. Wallace, E.R. Ørskov, and L. Hansen. 1988. Comparison of estimates of ruminal protein degradation by *in vitro* and *in situ* methods. *Journal of Animal Science* 66:1739-1743.
- Burgess, T.L. 1995. Desert grassland, mixed shrub savanna, shrub steppe, or semidesert shrub? The dilemma of coexisting growth forms. In: M.P. McClaran, and T.R. Van Devender (Eds). pp 31-67. *The Desert Grassland*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- Burns, R.E. 1971. Method for estimation of tannin in sorghum grain. *Agronomy Journal* 63:1214-1218.
- Burns, J.C. 1978. Antiquality factors as related to forage quality. *Journal of Dairy Science* 61:1809-1813.
- Burns, J.C., K.R. Pond, D.S. Fisher, and J.-M. Luginbuhl. 1997. Changes in forage quality, ingestive mastication, and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. *Journal of Animal Science* 75:1368-1372.
- Burroughs, W, D.K. Nelson and D.R. Meterns. 1975. Protein physiology and its application in the lactating cow: the metabolizable protein feeding standard. *Journal of Animal Science* 41:933-939.
- Carpita, N.C. 1984. Fractionation of hemicelluloses from maize cell walls with increasing concentrations of alkali. *Phytochemistry*. 23:1089-1093.
- Carpita, N.C. and D.M. Gibeaut. 1988. Biosynthesis and secretion of plant cell wall polysaccharides. *Current Topics in Plant Biochemistry and Physiology*. 7:112-133.
- Carpita, N.C. and J. Kanabus. 1986. Extraction of starch by dimethyl sulfoxide and quantitation by enzymatic assay. *Analytical Biochemistry*. 161:132-139.

- Chalupa, W. y C.J. Sniffen. 1993. Formulación para hoy y mañana de raciones con aminoácidos y proteínas para ganado lechero. En: CIGAL (Ed.) Memorias de la 9a. Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero. D.F., México.
- Charley, J.L. 1977. Mineral cycling in rangeland ecosystems, pp. 215-256. In: R.E. Sosebee (ed), Rangeland plant physiology. Range Sci. Ser. No. 4 Society for Range Management, Denver, Colorado.
- Chesson, A., C.S. Stewart, K. Dalgarno, and T.P. King. 1986. Degradation of isolated grass mesophyll, epidermis and fibre cell walls in the rumen bacteria in axenic culture. *Journal of Applied Bacteriology*. 60:327-332.
- Chesson, A. 1993. Mechanistic models of forage cell wall degradation. . In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. pp 347-376. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- Coblentz, W.K., J.O. Fritz, W.H. Fick, R.C. Cochran, and J.E. Shirley. 1998. *In situ* dry matter, nitrogen, and fiber degradation of alfalfa, red clover , and eastern gamagrass at four maturities. *Journal of Dairy Science* 81:150-155.
- Colburn, M.W., J.L. Evans and C.H. Ramage. 1968. Ingestion control in growing ruminant animal by the components of cell-wall constituents. *Journal of Dairy Science* 51:1458-1463.
- Cone, J.W., A.H. Van Gelder, I.A. Soliman, H. De Visser, and A.M. Van Vuuren. 1999. Different techniques to study rumen fermentation characteristics of maturing grass and grass silage. *Journal of Dairy Science* 82:957-2962.
- Conklin, N. L. 1994. Tannin and *in vitro* digestibility of tropical browse: Predictive equations. *Journal of Range Management* 47:398-403.
- Contreras, A.A. y C. Zolla. 1982. Plantas tóxicas de México. Instituto Mexicano del Seguro Social. México.
- Coolings, G.F., M.T. Yokoyama, and W.G. Bergen. 1978. Lignin as determined by oxidation with sodium chloride and a comparison with permanganate lignin. *Journal of Dairy Science* 61:1156-1160.
- Coppock, D.L. and J.D. Reed. 1992. Cultivated and native browse legumes as calf supplementation in Ethiopia. *Journal of Range Management* 45:231-236.
- Corah, L. 1996. Trace mineral requirements of grazing cattle. *Animal Feed Science and Technology* 59:61-67.
- COTECOCA. 1975. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana: Estado de Baja California Sur. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México.

- Crampton, E.W. 1957. Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake, and the overall feeding value of forages. *Journal of Animal Science* 16:546-551.
- Curtis, H., y N.S. Barnes. 2000. Procesos de transporte en las plantas. En Shnek y Flores (Directoras de edición), Biología, sexta edición en español. Editorial medica panamericana, pp 982-1006.
- Danley, M.M. and R.L. Vetter. 1974. Artificially altered corn grain harvested at three moisture levels. III. *in vitro* utilization of the carbohydrate and nitrogen fractions. *Journal of Animimal Science*. 38:430-435.
- De la Luz, J.L.L., y R. Coria. 1992. Flora Iconográfica de Baja California Sur. José L. León de la Luz y Rocio Coria (Eds). Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A.C., La Paz, Baja California Sur, México.
- Degen, A.A., A. Blanke, K. Becker, M. Kam, R.W. Benjamin and H.P.S. Makkar. 1997. The nutritive value of *Acacia saligna* and *Acacia salicina* for goats and sheep. *Animal Science*. 64:253-258.
- DGETENAL (1980). Dirección General del Territorio Nacional. Carta geográfica El Rosario. 119 F121333.
- Dijkstra, J., H.D.St.C. Neal, D.E. Beever and J. France. 1992. Simulation of nutrient digestion, absorption and outflow in the rumen: Model description. *Journal of Nutrition* 122:2239-2243.
- Doggett, C. G., C.W. Hunt, J.G. Andrea, J.H. Harrison, and D.A. Sapienza. 1997. Effects of corn silage maturity and sample processing method on *in situ* degradability of DM, starch, and NDF. *Journal of Animal Sciense* 75 (Suppl. 1):256 (Abstr.).
- Ekern, A. and K.L. Baxter, D. 1965. Sawers. The effect of artificial drying on the energy value of grass. *British Journal of Nutrition* 19:417-423.
- Elizalde, J.C., N.R. Merchen, and D.B. Faulkner. 1999a. Fractionation of fiber and crude protein in fresh forages during the spring growth. *J Anim. Sci.* 77:476-482.
- Elizalde, J.C., N.R. Merchen, and D.B. Faulkner. 1999b. *In situ* dry matter and crude protein degradation of fresh forages during the spring growth. *Journal of Dairy Science* 82:1978-1983.
- Ellis,W.C., J.H. Matis, T.M. Hill, and M.R. Murphy. 1994. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: Fahey, G.C. (Ed.) Forage quality, Evaluation, and Utilization. pp 644-681.ASA, CSSA, SSSA. Madison Wisconsin.
- Engels, F. M. and R. E. Brice. 1985. A barrier coverin lignified cell walls of barley straw that restrict acces by rumen microorganism. *Current Microbiology*. 12:217-223.

- Fahey, G.C. and N.R. Merchen. 1986. Analytical procedures associated with estimation of feed intake: the detergent system of analysis. In: F.N. Owen (Ed.) Symposium proceedings: Feed intake by beef cattle. p 41. Stillwater, Oklahoma.
- Ferret, A., J. Gasa., J. Palaixats, F. Casañas, L. Bosch, and F. Nuez. 1997. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silage given to sheep from morphological and chemical composition, *in vitro* digestibility or rumen degradation characteristics. Animal Science. 64: 493-498.
- Fick, G.W., P.W. Wilkens, and J.H. Cherney. 1994. Modeling forage quality changes in the growing crop. In: Fahey, G.C. (Ed.). pp 757-795. Forage Quality Evaluation, and Utilization. ASA, CSSA, SSSA. Madison, Wisconsin.
- Fonnesbeck, P.V. 1969. Partitioning the nutrients of forage for horses. Journal of Animal Science 28:624-629.
- Fonnesbeck, P.V. 1976. Estimating nutritive value from chemical analyses. In: P.V. Fonnesbeck, L.E. Harris and L.C. Kearn. First International Symposium, Feed Composition, Animal Nutrient Requirements and Computerization of Diets. Utah State University Press. Logan.Utah.
- Fry, S.C. 1986. Cross-Linking of matrix polymers in the growing cell walls of angiosperms. Ann. Rev. Plant Physiol. 37:165-186
- Galyean, M. 1980. Van Soest Fiber Analysis. In: NMSU (Ed.) Techniques and Procedures in Animal Nutrition Research. pp 51-63. Las Cruces, New Mexico.
- Galyean, M.L. and A.L. Goetsch. 1993. Utilization of forage fiber by ruminants. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. pp 33-62. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- García C.B. y D. Montemayor. 1987. Suplementación mineral en agostadero. V simposio internacional sobre ganadería, Chihuahua, México.
- Genin, D. and A.P. Pijoan. 1993. Seasonality of goat diet and plant acceptabilities in the coastal scrub of Baja California, Mexico. Small Ruminant Research 10:1-10.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (aparatus, reagents procedures and some applications). Agric. Handbook No. 379. ARS, USDA, Washington, DC.
- Goering, H.K., C.H. Gordon, R.W. Hemken, D.R. Waldo, P.J. Van Soest and L.W. Smith. 1972. Analytical estimates of nitrogen digestibility in heat damaged forages. Journal of Dairy Science 55:1275-1281.
- Greene, L.W., W.E. Pinchak, and R.K. Heitschmidt. 1987. Seasonal dynamics of mineral in forages at the Texas Experimental Ranch. Journal of Range Management 40:502-509.

- Grings, E.E., M.R. Haferkamp, R.K. Heitschmidt, and M.G. Karl. 1996. Mineral dynamics in forages of the Northern Great Plains. *Journal of Range Management.* 49:234-241.
- Hagerman, A.E., C.T. Robbins, Y. Weerasuriya, T.C. Wilson and C. McArthur. 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. *Journal of Range Management.* 45:57-63.
- Hatfield, R.D. 1993. Cell wall polysaccharides interactions and degradability. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) *Forage Cell Wall Structure and Digestibility.* p 286. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- Heitschmidt, R.K., R.A. Gordon, and J.S. Bluntzer. 1982. Short duration grazing at the Texas Experimental Ranch: Effects on forage quality. *Journal of Range Management* 35:372-378.
- Herold, D.W. and T.J. Klopfenstein. 1996. Evaluation of animal byproducts for escape protein supplementation. *Journal of Animal Science* 74 (Suppl 1):82(ABstr.).
- Hespell, R.B. and T.R. Whitehead. 1990. Physiology and genetics of xylan degradation by gastrointestinal tract bacteria. *Journal of Dairy Science.* 73:3013-3022.
- Hidiroglou, M. 1979. Manganese in ruminant nutrition. *Canadian Journal of Animal Science* 59:217-236.
- Hill, T.M., S.P. Shmidt, R.W. Russell, E.E. Thomas and D.F. Wolfe. 1991. Comparison of urea treatment with established methods of sorghum grain preservation and processing on site and extent of starch digestion by cattle. *Journal of Animal Science* 69:4570-4577.
- Himmelsbach, D.S. 1993. Structure of forage cell walls. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) *Forage Cell Wall Structure and Digestibility.* pp 271-280. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- 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. *Journal of Dairy Science* 76: 2624-2630.
- Holechek, J. L., Vavra, M., and Piper, R.D. 1982. Botanical composition determination of range herbivore diets: A review. *Journal of Range Management* 35:309-315.
- Holechek, J.L., R.D. Piper, and C.H. Herbel. 1989. *Range Management Principles and Practices.* Prentice Hall Publ. Co., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Hooer, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science* 69:2755-2761.

- Huhtanen, P., S. Jaakkola, and U. Kukkonen. 1995. Ruminal plant cell wall digestibility estimated from digestion and passage kinetics utilizing mathematical models. Animal Feed Science and Technology 52:159-164.
- Imbeah, M. 1999. Wood ash as mineral supplement for growing lambs under village conditions in the tropics. Small Ruminant Research 32:191-196.
- INEGI. 1996. Estudio Hidrológico del Estado de Baja California Sur. Gobierno del Estado de Baja California Sur.
- Janicki, F.J. and C. Stallings. 1988. Degradation of crude protein in forages determined by *in vitro* and *in situ* procedures. Journal Dairy Science. 71:2440-2445.
- Jeraci, J.L., B.A. Lewis, P.J. Van Soest and J.B. Robertson. 1989. Urea enzymatic dialysis procedure for determination of total dietary fiber. Journal of the Association of Official Analytical Chemist. 72:7677-7680.
- Jung, H.G., R.W. Rice, and L.J. Koong. 1985. Comparison of heifers weight gains and forage quality for continuous and short-duration grazing systems. Journal of Range Management 38:144-149.
- Jung, H.G. and K.P. Vogel. 1986. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. Journal of Animal Science. 62:1703-1708.
- Jung, H.G. and D.A. Deetz. 1993. Cell wall lignification and degradability. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. pp 315-339. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- Jung, H.G. and M.S. Allen. 1995. Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forage by ruminants. Journal of Animal Science 73:2774-2780.
- Jung, H.G., D.R. Mertens, and A.J. Payne. 1997. Correlation of acid detergent lignin and Klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. Journal of Dairy Science 80:1622-1628.
- Jung, H-J. 1997. Analysis of forage fiber and cell walls in ruminant nutrition. Journal of Nutrition 127: 809-814.
- Kallah, M.S., J.O. Bale, U.S. Abdullahi, I.R. Muhammad, and R. Lawal. 2000. Nutrient composition of native forbs of semi-arid and dry sub-humid savannas of Nigeria. Animal Fed Science and Technology. 84: 137-145.
- Kamstra, L.D., A.L. Moxon, and O.G. Bentley. 1958. The effect of stage of maturity and lignification on the digestion of cellulose in forage plants by rumen microorganisms *in vitro*. Journal of Animal Science 17:199-204.
- Kempton, T.J. 1980. The use of nylon bags to characterise the potential degradability of feeds for ruminants. Tropical Animal Production. 5:107-112.

- Khanal, R.C. and D.B. Subba. 2001. Nutritional evaluation of leaves from some major fodder trees cultivated in the hills of Nepal. Animal Feed Science and Technology. 92:17-22.
- Khazaal, K., M.T. Dentinho, J.M. Ribeiro, and E.R. Ørskov. 1993. A comparison of gas production during incubation with rumen contents *in vitro* and nylon bag degradability as predictors of the apparent digestibility *in vivo* and the voluntary intake of hays. Animal Production 57:105-112.
- Kibon, A. and E.R. Ørskov. 1993. The use of degradation characteristics of browse plants to predict intake and digestibility by goats. Animal Production 57:247-252.
- Kibria, S.S., T.N. Nahar and M.M. Mia. 1994. Tree leaves as alternative feed resource for black bengal goats under stall-fed conditions. Small Ruminant Research. 13:217-223.
- King D.W., R.E. Estell, E.L. Fredrickson, K.M. Havstad, J.D. Wallace, and L.W. Murray. 1996a. Effects of *Flourensia cernua* ingestion on intake, digesta kinetics, and ruminal fermentation of sheep consuming tobosa. Journal of Range Management. 49:325-331.
- King D.W., E.L. Fredrickson, R.E. Estell, K.M. Havstad, J.D. Wallace, and L.W. Murray. 1996b. Effects of *Flourensia cernua* ingestion on nitrogen balance of sheep consuming tobosa. Journal of Range Management. 49:331-336.
- Knox, J.P. 1990. Emerging patterns of organization at the plant cell surface. J. Cell Sci. 96:557-561.
- Kohn, R. A. and M. S. Allen. 1995. Prediction of protein degradation of forages from solubility fractions. Journal of Dairy Science 78:1774-1780.
- Kreikemeier K.K., D.L. Harmon, R.T. Brandt, T.B. Avery and D.E. Johnson. 1991. Small intestinal starch digestion in steers: Effect of various levels of abomasal glucose, corn starch and corn dextrin infusion on small intestinal disappearance and net glucose absorption. Journal of Animal Science 69:328-334.
- Krishnamoorthy, U.C., T.V. Muscato, C.J. Sniffen and P.J. Van Soest. 1982. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. Journal of Dairy Science 65:217-223.
- Larbi, A., J.W. Smith, A.M. Raji, I.O. Kurdi, I.O. Adekunle and D.O. Ladipo. 1997. Seasonal dynamics in dry matter degradation of browse in cattle, sheep and goats. Small Ruminant Research 25:129-134.
- Larbi, A., J.W. Smith, I.O. Kurdi, I.O. Adekunle, A. M. Raji, and D.O. Ladipo. 1998. Chemical composition, rumen degradation, and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. Animal Feed Science and Technology 72:81-89.

- Lavrencic, A., B. Stefanon, and P. Susmel. 1997. An evaluation of the Gompertz model in degradability studies of forage chemical components. *Animal Sci.* 64:423-428.
- Lee, S.B. and I.H. Kim. 1983. Structural properties of cellulose and cellulase reaction mechanism. *Biotechnology and Bioengineering.* XXV:33-38.
- Licitra, G., T.M. Hernandez, and P.J. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 57:347-352.
- Little, C.O., W. Burroughs and W Woods. 1963. Nutritional significance of soluble nitrogen in dietary proteins for ruminants. *Journal of Animal Science* 22:358-362.
- Lonegran, J.F. 1973. Mineral absorption and its relation to the mineral composition of herbage, p. 103-127. In: GW. Butler and R.W. Bailey (Eds.), *Chemistry and biochemistry of herbage.* Vol. 1. Academic Press, London.
- Long, R.J., S.O. Apori, F.B. Castro, and E.R. Ørskov. 1999. Feed value of native forages of the Tibetan Plateau of China. *Animal Feed Science and Technology* 80:101-107.
- Longland, A.C., M.K. Theodorou, R. Sanderson, S.J. Lister, C.J. Powell, and P. Morris. 1995. Non-starch polysaccharide composition and *in vitro* fermentability of tropical forage legumes varying in phenolic content. *Animal Feed Science and Technology* 55:161-167.
- López, S., J. France, M.S. Dhanoa, F. Mould, and J. Dijstra. 1999. Comparison of mathematical models to describe disappearance curves obtained using the polyester bag technique for incubating feeds in the rumen. *Journal of Animal Science* 77:1875-1880.
- López-Guisa, J.M. and L.D. Satter. 1992. Effect of copper and cobalt addition on digestion and growth in heifers fed diets containing alfalfa silage or corn pops residues. *Journal of Dairy Science* 75:247-256.
- López-Gutiérrez, F. 1991. Physical and chemical alteration of *Distichilis spicata* L. cell walls with NaCl and water stress. Ph. D. Thesis. Colorado State Univ. Fort Collins, Colorado.
- Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr and R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biol. Chem.* 193:265-271.
- Madsen, J., and T. Hvelplund. 1994. Prediction of *in situ* protein protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest. *Livestock Production Science.* 39:201-206.

- Mahadevan, S., J.D. Erlef and F.D. Sauer. 1980. Degradation of soluble and insoluble proteins by *Bacteroides amylophilus* protease and by rumen microorganisms. *Journal of Animal Science* 50:723-729.
- Makkar, H.P.S., M. Blümmel and K. Becker. 1997. *In vitro* rumen apparent and true digestibilities of tannin-rich forages. *Animal Feed Science and Technology* 67:245-251.
- Makkar, H.P.S., N.K. Borowy, K. Becker and A. Degen. 1995. Some problems in fibre determination of a tannin-rich forages (*Acacia saligna* leaves) and their implications in *in vivo* studies. *Animal Feed Science and Technology* 55:67-73.
- Marinucci, M.T., B.A. Deherty, and S.C. Loerch. 1992. *In vitro* and *in vivo* studies of factors affecting digestion of feeds in synthetic fiber bags. *Journal of Animal Science* 70:296-302.
- Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz and R.G. Warner. 1979. *Nutrición Animal*. 7a Ed., McGraw Hill Co., New York..
- McDowell, L.R. 1996. Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology* 60:247-253.
- McDowell, L.R., C.L. Ellis y J.H. Conrad. 1984. Suplementación mineral para la producción lechera y vacas de carne. Memorias de la XVI reunión de AGSOGUA. 6 y 7 de diciembre Retalhuelau, Guatemala.
- McNeil, M., A.G. Darvill, P. Åman, L.E. Franzén, and P. Albersheim. 1982. Structural analysis of complex carbohydrates using high-performance liquid chromatography, gas chromatography and mass spectrometry. *Methods of Enzymology*. 83:3-45.
- McSweeney, C.S., B. Palmer, R.Bunch, and D.O. Krause. 1999. *In vitro* quality assessment of tannin-containing tropical shrub legumes: protein and fibre digestion. *Animal Feed Science and Technology* 82:227-235.
- Meissner, H.H., and D.V. Paulsmeier. 1995. Plant compositional constituents affecting between-plant and animal species prediction of forage intake. *Journal of Animal Science* 73:2447-2452.
- Merchen, N.R. and L.D. Bourquin. 1994. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. In: G.C. Fahey Jr, M. Collins, D.R. Mertens and L.E. Moser (Ed.) *Forage Quality, Evaluation and Utilization*. pp 564-599. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- Mertens, D. R. 1973. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. *Fed. Proc.* 36:188-192.

- Mertens, D.R. and J.R. Lofton. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. *Journal of Dairy Science* 63:1437-1443.
- Mertens, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science* 64:1548-1554.
- Mertens, D.R. 1996. Rate and extent of digestion. In: J.M. Forbes and J. France (Ed) Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. pp 13-52. CAB International. Oxon UK.
- Messman, M.A., W.P. Weiss, and K.A. Albrecht. 1996. *In situ* disappearance of individual proteins and nitrogen from legume forages containing varying amounts of tannins. *Journal of Dairy Science*. 79:1430-1436.
- Meyer, J.H. and G.P. Lofgreen. 1956. The estimation the total digestible nutrients in alfalfa from its lignin and crude fiber content. *Journal of Animal Science* 15:543-548.
- Miller, R.F. and P.S. Doescher. 1995. Plant adaptations to saline environments. In: D.J. Bedunah and R.E. Sosebee (Eds.), Physiological Ecology and Developmental Morphology. Society for Range Management, Denver, Colorado, p 440-478.
- Mitchell, R.B., D.D. Redearn, L.E. Moser, R.J. Grant, K.J. Moore, and B.H. Kirch. 1997. Relationships between *in situ* protein degradability and grass developmental morphology. *Journal of Dairy Science* 80:1143-1148.
- Molina, D.O., A. N. Pell, D.E. Hogue. 1999. Effects of ruminal inoculations with tannin-tolerant bacteria on fiber and nitrogen digestibility of lambs fed high-condensed tannin diet. *Animal Feed Science and Technology* 81:69-74.
- Moore, J.E., J.C. Burns and D.S. Fisher. 1994. Predicting digestiblity and intake of southern grass hays by routine laboratory analyses. *Journal of Dairy Science* 77(Suppl. 1):439(Abstr.), *Journal of Animal Science* 72(Suppl. 1):439(Abstr.).
- Morrison, F.B. 1980. Cálculo de los valores de energía neta y factores de valoración de los alimentos. En: UTHEA (21a Ed.) Alimentos y Alimentación del Ganado. D.F., México.
- Moya, R.J.G., R.G. Ramírez, R. Foroughbakhch, L. Hauad and H. Gonzalez. 2002. Variación estacional de minerales en las hojas de ocho especies arbustivas. Ciencia UANL, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, pp 59-65.
- Mullahey, J.J., S.S. Waller, K.J. Moore, L.E. Moser, and T.J. Klopfenstein. 1992. *In situ* ruminal protein degradation of switchgrass and smooth bromegrass. *Agronomy Journal* 84:183-189.

- Mupangwa, J.F., T. Acamovic, J.H. Topps, N.T. Ngongoni, and H. Hamudikuwanda. 2000. Content of soluble and bound condensed tannins of three tropical herbaceous forage legumes. *Animal Feed Science and Technology* 83:139-145.
- Nahed, J., L. Villafuerte, D. Grande, F. Pérez-Gil, T. Alemán, and J. Carmona. 1997. Fodder shrub and tree species in the highland of southern México. *Animal Feed Science and Technology* 68:19-24.
- Nakamura, T., T.J. Klopfenstein, R.A. Britton. 1994. Evaluation of acid detergent insoluble nitrogen as an indicator of protein quality in nonforage proteins. *Journal of Animal Science* 72:1043-1048.
- Narjissee, H., M.A. Elhonsali, J.D. Olsen. 1995. Effect of oak (*Quercus ilex*) tannins on digestion and nitrogen balance in sheep and goats. *Small Ruminant Research* 18:201-207.
- National Research Council. 1978. Nutrient requirements of Dairy Cattle (5th Ed.). National Academic Press, Washington, DC.
- National Research Council. 1984. Nutrients Requirements of Beef Cattle (6th Ed.). National Academy Press, Washington D.C.
- National Research Council. 1985. Page 25-27. in Ruminant Nitrogen Usage. National Academic Press, Washington, DC.
- National Research Council. 1995. Buildin a North American Feed Information System. Board in Agriculture. Commitee on Animal Nutrition. Subcommitee on Criteria for a National Feed Composition Data Base. National Academy Press. Washington, DC.
- National Research Council. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- Nelson, C.J. and L.E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey, G.C. (Ed.), pp 115-154. Forage Quality Evaluation, and Utilization. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.
- Nevin, D.J. 1993. Analysis of forage cell wall polysaccharides. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. pp 105-129. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Nocek, J. E., K.A. Cummins and C.E. Polan. 1979. Ruminal disappearance of crude protein and dry matter in feeds and combined effects in formulated rations. *Journal of Dairy Science* 62:1587-1593.
- Nocek, J.E. 1985. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *Journal of Animal Science*. 60:1347-1353.

- Nocek, J.E., and J. E. English. 1986. *In situ* degradation kinetics: Evaluation of rate determination procedure. *Journal of Dairy Science* 69:77-83.
- Nocek, J.E. and A.L.Grant. 1987. Characterization of *in situ* nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentages. *Journal of Animal Science*. 64:552-557.
- Nocek, J.E. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. *Journal of Dairy Science* 71:2051-2056.
- Núñez-Hernandez, G., J.L. Holechek, J.D. Wallace, M.L. Galyean, A. Tembo, R. Valdez, and M. Cardenas. 1989. Influence of native shrubs on nutritional status of goats: nitrogen retention. *Journal of Range Management* 42:228-235.
- Ogebe, P.O., B.K. Ogunmodede and L.R. McDowell. 1996. Acceptability of mineral supplements by West African Dwarf goats. *Small. Rumin. Res.* 19:193-198.
- Ørskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science (Cambridge)*. 92:499-504.
- Ørskov, E.R., F.D. DeB Hovell, and F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*. 5:195-201.
- Ørskov, E.R., G.W. Reid, and M. Kay. 1988. Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. *Animal Production* 46:29-34.
- Owen, F.N. and R.A. Zinn. 1980. The standard reference system of protein bypass estimation. In: F.N. Owens (Ed.) Protein Requirements for Cattle: Symposium. pp 352-358. Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma.
- Paine, C.A. and R. Crawshaw. 1982. A complete exchange method for the *in-sacco* estimation of rumen degradability on routine basis. *Forage Protein in Ruminant Animal Production*. Ocational publication No. 6 pp 177-178. British Society of Animal Production.
- Papachristou, T.G. and A.S. Nastis. 1993. Nutritive value of diet selected by goats grazing on kerme oak shrublands with different shrub and herbage cover in northern Greece. *Small Ruminant Research* 12:35-41.
- Papachristou, T.G. and A.S. Nastis. 1996. Influence of deciduous broadleaved woody species in goat nutrition during the dry season in northern Greece. *Small Ruminant Research* 20:15-21.
- Pennell, R.I. and K. Roberts. 1990. Sexual development in the pea is prestaged by altered expression of arabinogalactan protein. *Nature*. 344:547-549.

- Pichard D. G. and P. J. Van Soest. 1977. Protein solubility of ruminant feeds *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference*. Ithaca New York.
- Pinchak, W.E., L.W. Greene, and R.K. Heitschmidt. 1989. Mineral dynamics in beef cattle diets from a southern mixed-grass prairie. *Journal of Range Management* 42:431-436.
- Poos-Floyd, M., T. Klopfenstein, and R.A. Britton. 1985. Evaluations of laboratory techniques for predicting ruminal protein degradation. *Journal of Dairy Science* 68:829-834.
- Poppi, D.P., D.J. Minson, and J.H. Ternout. 1981. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. 1. The voluntary intake, digestibility and retention time in reticulo-rumen. *Australian Journal of Agricultural Research*. 32:99-106.
- Price, M.L., S. VanScyoc, and L.G. Butler. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural Food Chemic* 26:1214-1219.
- Proskey, L., N.G. Asp, T.F. Schweizer, I. Furda and J.W. Devries. 1988. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *Journal of the Association Official of Analytical Chemist*. 71:1017-1023.
- Quicke, G. V. and O.G. Bentley. 1959. Lignin and methoxyl groups as related to the decreased digestibility of mature forages. *Journal of Animal Science* 21:365-371.
- Rafique, S. J.D. Wallace, J.L. Holechek, M.L. Galyean, and D.P. Arthun. 1992. Influence of forbs and shrubs on nutrient digestion and balance in sheep fed grass hay. *Small Ruminant Research* 7:113-119.
- Ramirez, R.G., J. Huerta, J.R. Kawas, D.S. Alonso, E. Mireles, and M.V. Gomez. 1995b. Performance of lambs grazing in a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture and estimation of their maintenance and energy requirements for growth. *Small Ruminant Research* 17:117.
- Ramírez, R.G., L.A. Hauad, R. Foroughbackhch and J. Moya-Rodríguez. 1998. Extent and rate of digestion of the dry matter in leaves of 10 native shrubs from northeastern México. *PHYTON International Journal of Experimental Botany*. 62:175-180.
- Ramirez, R.G., E. Mireles, J.M. Huerta, and J. Aranda. 1995a. Forage selection by range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Ruminant Research* 17:129-133.
- Ramírez, R.G. 1996. Feed value of browse. In: VI International Conference on Goats Volume 2. pp 510-517. International Publishers. Beijing, China.

- Ramírez, R.G., G.F.W. Haenlein, M.A. Nuñez-Hernandez. 2000. Macro and trace mineral content in shrubs of northeastern México. Small Ruminant Research (In press).
- Ramírez, R.G., G.F.W. Haenlein, and M.A. Nuñez-González. 2001. Seasonal variation of macro and trace mineral contents in 14 browse species that grow in northeastern Mexico. Small Ruminant Research 39:153-159.
- Ramírez-Orduña, R., R.G. Ramírez, J.M. Ramírez-Orduña, R. Cepeda-Palacios, and J.M. Ávila-Sandoval. 1998a. Seasonal variation in nutrient content of shrubs from Baja California Sur, México. Forest Farm and Community Tree Research Reports. 3:13-16
- Ramírez-Orduña, R., R.G. Ramírez, R. Almaraz-Sánchez, H. González-Rodríguez, J.M. Ramírez-Orduña, R. Cepeda-Palacios, and J.M. Ávila-Sandoval. 1998b. Seasonal variation in leaf mineral content of shrubs from Baja California Sur, México. Forest Farm and Community Tree Research Reports. 3:8-12.
- Ramírez-Orduña, R., R.G. Ramírez, J.M. Ramírez-Orduña, J.M. Ávila-Sandoval, R. Cepeda-Palacios, and J.A. Armenta-Quintana. 1998c. Kinetics of dry matter digestion in leaves of native shrubs from the Sonoran desert of México. In: The 8th World Conference on Animal Production. pp 380-381. Contributed papers Vol. I. Seoul National University.
- Rashid, B.R. and L.H. Hardesty. 1993. Forage value of native and introduced browse species in Tanzania. Journal of Range Management 46:410-415.
- Reed, J.D., H. Soller, and A. Woodward. 1990. Fodder tree and straw diets for sheep: Intake, growth, digestibility and the effects of phenolics on nitrogen utilization. Animal Fed Science and Technology. 30:39-45.
- Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. Journal of Animal Science 73:1516-1521.
- Reeves, III J.B. 1993. Chemical studies on the composition of fiber fractions and lignin determination residues. Journal of Dairy Science 76:120-126.
- Reeves, III J.B. 1997. Relationships between crude protein and determination of nondispersible lignin. Journal of Animal Science 80: 692-698.
- Reeves, J.B. 1994. Relationships between CP content and acid detergent lignin determinations in forages and by-products. Journal of Dairy Science 77(Suppl.1): 650 (Abstr.), Journal of Animal Science 72 (Suppl.1) : 650 (Abstr.).
- Reid, R.L., G.A. Jung, and W.V. Thayne. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. Journal of Animal Science 66:1275-1281.

- Robards, A.W. and W.J. Lucas. 1990. Plasmodesmata. Annal. Reviews. Plant Physiology and. Plant Molecular Biology. 41:369-419.
- Robbins, C.T., T.A. Hanley, A.E. Hagerman, O. Hjeljord, D.L. Baker, C.C. Baker, C.C. Schwartz, and W.W. Mautz. 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. Ecology. 68:98-103.
- Robbins, C.T., A.E. Hagerman, P.J. Austin, C. McArthur, and T.A. Hanley. 1991. Variation in mammalian physiological responses to a condensed tannin and its ecological implications. Journal of. Mammalians. 72:480-486.
- Roberts, N.C. 1989. Baja California Plant Guide. Natural History Publishing Co. La Jolla California. USA
- Roberts, K. 1990. Structure at the plant cell surface. Current Opinions on Cell Biology. 2:920-928.
- Roe, M.B., L.E. Chase, and C. J. Sniffen. 1991. Comparison of *in vitro* techniques to the *in situ* technique for estimation of ruminal degradation of protein. Journal of Dairy Science 74:1632-1637.
- Rosa, E, and R. Heaney. 1996. Seasonal variation in protein, mineral and glucosinolate composition of Portuguese cabbages and kale. Animal Feed Science and Technology 57:111-117.
- Russell, J.B., J.D. O'Connor, D.G. Fox, P.J. Van Soest, and C.J. Sniffen. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I Ruminal fermentation. Journal of Animal Science 70: 3551-3557.
- Ryan, C.A. 1990. Protease inhibitors in plants: Genes for improving defenses against insects and pathogens. Annal Reviews on. Phytopathology. 28:425-449.
- Salawu, M.B., T. Acamovic, C.S. Stewart, T. Hvelplund, and M.R. Weisbjerg. 1999. The disappearance of dry matter, nitrogen and amino acids in the gastrointestinal tract from *Calliandra* leaves. Animal Feed Science and Technology 79:289-295.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994a. Nutrición mineral. En: N.G. Philp (Ed).Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamerica. México, DF, p 127-141.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994b. Fisiología en condiciones de estrés. En: N.G. Philp (Ed).Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamerica. México, DF, p 639-667.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994c. Absorción de sales minerales. En: N.G. Philp (Ed).Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamerica. México, DF, p 149-175.

- Satter, L. 1980. A Metabolizable Protein System Keyed to Ruminal Ammonia Concentration The Wisconsin System. In: F.N. Owen (Ed.) Protein Requirements for Cattle. Proceedings of an International Symposium MP-109. p 245-253. Division of Agriculture, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma.
- Schneider, B.H., H.L. Lucas and H.M. Pavlech. 1951. Estimation of the digestibility of feeds from their proximate composition. *Journal of Animal Science* 10:706-711.
- Schneider, B.H., H.L. Lucas, M.A. Cipolloni and H.M. Pavlech. 1952. The prediction of digestibility for feeds for which there are only proximate composition data. *Journal of Animal Science*. 11:77-83.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Tech. J.* 27:379-423.
- Silanikove, N., N. Gilboa, A. Perevolotsky, and Z. Nitsan. 1996. Small Ruminant Research 21:195-201.
- Singh, B., H.P.S. Makkar, and S.S. Negi. 1989. Rate and extent of digestion and potentially digestible dry matter and cell wall of various tree leaves. *Journal of Dairy Science* 72:3233-3238.
- Smith, G.S., A.B. Nelson, and E.J.A. Boggino. 1971. Digestibility of forages *in vitro* as affected by content of silica. *Journal of Animal Science* 33:466-471.
- Sniffen, C.J., J.D. O'Connor, P.J. Van Soest, D.G. Fox, J.B. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science* 70:3562-3567.
- Soressen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity in species content. *Kgl danske Vidensk, Selsk.* 5.
- Sousa, J.C. 1978. Interrelationships among mineral levels in soil forage and animal tissue on ranches in Northern Mato Grosso, Brazil. Ph. D. Dissertation. University of Florida EUA.
- Southgate, D.A.T. 1969. Determination of carbohydrates in foods. II Unavailable carbohydrates. *Journal of Science Food Agriculture*. 20:331-336.
- Spears, J.W. 1994. Minerals in forages. In: Fahey Jr., G.C. (Editor-in-Chief), National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, pp. 281-317.
- SPSS for Windows, 1999. User's Manual. (Release 9.0).

- Stern, M.D. and L.D. Satter. 1984. Evaluation nitrogen solubility and the dacron bag technique as methods for estimating protein degradation in the rumen. *Journal of Animal Science* 58:714-719.
- Stern, M.D., A.Bach, and S. Calsamiglia. 1997. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. *Journal of Animal Science* 75:2256-2261.
- Streeter, M.N., D.G. Wagner, F.N. Owen, C.A. Hibberd. 1991. The effect of pure and partial yellow endosperm sorghum grain hybrids on site and extent of digestion in beef steers. *Journal of Animal Science*. 69:2571-2576.
- Stuth, J.W., J.R. Brown, P.D. Olson, M.R. Araujo, and H.D. Algoe. 1986. Effects of stocking rate on critical plant animal interactions in a rotationally grazed *Schizicarium paspalum* savanna. In: F.P. Horn, J. Hodgson, J.J. Mott, and R.W. Broughman (Ed). Critical Plant-Animal Interactions. Winrock International Publication Series.
- Sullivan, J.T. 1959. A rapid method for the determination of acid insoluble lignin in forages and its relation to digestibility. *Journal of Animal Science* 18:1292-1297.
- Sullivan, J.T. 1966. Studies of the hemicelluloses of forage plants. *Journal of Animal Science* 25:83-89.
- Swain, T. 1979. Tannins and lignins. In: G.A. Rosenthal and D.H. Janzen (Ed.) *Herbivores, Their Interaction with Secondary Plant Metabolites*. p 657-671. Academic Press, New York.
- Sweeley, C.C. and H.A. Núñez. 1985. Structural analysis of glycoconjugates by mass spectrometry and nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Annual Reviews on Biochemic.* 54:765-801.
- Tait, R.M., and L.J. Fisher. 1996. Variability in individual animal's intake of minerals offered free-choice to grazing ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 62:69-74.
- Taiz, L. 1984. Plant cell expansion: regulation of cell wall mechanical properties. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 35:585-657.
- Taminga, S. 1992. Nutrition management of dairy cow as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science* 75:345-351.
- Taminga, S. 1993. Influence of feeding management on ruminant fiber digestibility. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. pp 572-602. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Thacker, J.E. 1954. A modified lignin procedure. *Journal of Animal Science*. 13:501-506

- Theander, O. and E. Westerlund. 1993. Quantitative analysis of cell wall components. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. pp 83-99. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- Thomas, J.W. and Y. Yu. 1980. Estimations of Protein Damage. In: F.N. Owen (Ed.) Protein Requirements for Cattle: Proceedings of an International Symposium MP-109. p 84-98. Division of Agriculture, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma.
- Tilley, J.M. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society.18:104-109.
- Titgemeyer, E.C., R.C. Cochran, E.G. Towne, C.K. Armendariz, and K.C. Olson. 1996. Elucidation of factors associated with the maturity-related decline in degradability of big bluestem cell wall. Journal of Animal Science 74:648-653.
- Toops, J.H. 1992. Potential, composition and use of legume shrubs and trees as fodder for livestock in the tropics. Journal of Agriculture (Cambridge.). 120:319-324.
- Traxler, M.J., D.G. Fox, P.J. Van Soest, A.N. Pell, C.E. Lascano, D.P.D. Lanna, J.E. Moore, R.P. Lana, M. Velez, and A. Flores. 1998. Predicting forage indigestible NDF from lignin concentration. Journal of Animal Science 76:1469-1473.
- Trenkle, A. 1980. A metabolizable protein feeding standard. In: F.N. Owen (Ed.) Protein Requirements for Cattle: Proceedings of an International Symposium MP-109. p 238-253. Division of Agriculture, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma.
- Underwood, E.J. 1966. The mineral nutrition of the livestock. FAO-CAB. Aberdeen Scotland.
- Urnness, P.J., D.D. Austin, and L.C. Fierro. 1983. Nutritional Value of crested wheatgrass for wintering mule deer. Journal of Range Management 36:225-231.
- Vadiveloo, J. and J.G. Fadel. 1992. Compositional analyses and rumen degradability of selected tropical feeds. Animal Feed Science and Technology 37: 265-271.
- Valderrábano, J., F. Muñoz and I. Delgado. 1996. Browsing ability and utilization by sheep and goats of *Atriplex halimus* L. shrubs. Small Ruminant Res. 19:131-137.
- Vallentine, J.F. 1990. Grazing activities and behavior. In: Vallentine, John F. (Ed). Grazing Management. Academic Press, Inc. San Diego, California. USA.
- Van Dyne, G.M., N.R. Brockinton, Z. Szocs, J.Duek, and C.A. Ribic. 1980. Large herbivore subsystem. In: A.I. Breymeyer and G.M. Van Dyne (Eds.),pp 221-257 Grassland, Systems Analysis and Man. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant (2nd Edition). Comstock, Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Van Soest, P.J., C.J. Sniffen, D.R. Mertens, D.G. Fox, P.H. Robinson, U. Krishnamoorthy. 1980. A Net Protein System for Cattle: The Rumen Submodel for Nitrogen. In: F.N. Owen (Ed.) Protein Requirements for Cattle: Proceedings of an International Symposium MP-109. p 265-273. Division of Agriculture, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma..
- Van Soest, P.J. 1964. Symposium on nutrition and forage and pastures: New chemical procedures for evaluating forages. *Journal of Animal Science* 23:838-843.
- Van Soest, P.J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *Journal of Animal Science* 26:119-124.
- Van Soest, P.J. and L.H. Jones. 1968. Effect of silica in forages upon digestibility. *Journal of Dairy Science* 51:1644-1649.
- Van Soest, P.J. 1969. The Chemical Basis for the Nutritive Evaluation of Forages: Proceedings of the National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, pp. 345-389.
- Van Soest, P.J. and J.B. Robertson. 1979. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. Paper presented at the Workshop on standarization of analytical techniques. International Development Research Center, Ottawa, Canada.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Comstock, Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3592.
- Van Soest, P.J. 1993. Cell wall matrix interactions and degradation. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. pp 377-392. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- Vance, C.P., T.K. Kirk and R.T. Sherwood. 1980. Lignification as a mechanism of disease resistence. *Annual Review of Phytopathology*. 18:259-288.
- Vanzant, E.S., R.C. Cochran and E.C. Titgemeyer. 1998. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. *Journal of Animal Science* 76:2717-2723.
- Vanzant, E.S., R.C. Cochran, E.C. Titgemeyer, S.D. Stafford, K.C. Olson, D.E. Johnson, and G.St. Jean. 1996. *In vivo* and *in situ* measurement of forage protein degradation in beef cattle. *Journal of Animal Science* 74: 2773-2778.

- Varel, V.H., and K.K Keikemeier. 1995. Technical note: Comparison of *in vitro* and *in situ* digestibility methods. *Journal of Animal Science* 73:578-583.
- Waldo, D.R. and B.P. Glenn. 1984. Comparison of new protein systems for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 67:1115-1121.
- Weiss, W.P. 1994. Estimation of Digestibility of Forages by Laboratory Methods. In: Fahey, G.C. (Ed.). pp 644-681. *Forage Quality Evaluation, and Utilization*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.
- Wiggins, I.L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Stanford California. USA.
- Wilkerson, V.A., T.J. Klopfenstein, and W.W. Stroup. 1995. A collaborative study of *in situ* forage forage protein degradation. *Journal of Animal Science* 73:578-586.
- Wilson, J.R., and C.W. Ford. 1972. Temperature influences on the *in vitro* digestibility and soluble carbohydrate accumulation of tropical and temperate grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24:187-193.
- Woodward, A. and J.D. Reed. 1995. Intake and digestibility for sheep and goats consuming supplementary *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. *Animal Feed Science and Technology* 56:207-213.
- Woodward, A. and J.D. Reed. 1997. Nitrogen Metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. *Journal of Animal Science* 75:1130-1136.
- Zucker, W.V. 1983. Tannins: Does structure determine function? An ecological perspective. *American Naturalist*. 121:335-342.