



Interciencia

ISSN: 0378-1844

interciencia@ivic.ve

Asociación Interciencia

Venezuela

Domínguez Cadena, Reymundo; Guillén Trujillo, Ariel; León de la Luz, José Luis; Murillo Amador, Bernardo

Estimación y disponibilidad forrajera de arbustos en Baja California Sur, México

Interciencia, vol. 28, núm. 4, abril, 2003, pp. 229-233

Asociación Interciencia

Caracas, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33907909>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ESTIMACIÓN Y DISPONIBILIDAD FORRAJERA DE ARBUSTOS EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Reymundo Domínguez-Cadena, Ariel Guillén-Trujillo, José Luis León-de la Luz
y Bernardo Murillo-Amador

RESUMEN

Las especies arbustivas de los ecosistemas áridos del mundo en general ofrecen una amplia variedad de recursos susceptibles a explotarse; entre ellos, el aprovechamiento de la biomasa forrajera es uno de los más importantes para la producción animal. Mediante la técnica del análisis dimensional, se evaluaron ocho especies de arbustos consumidos por ganado doméstico. Las variables altura máxima, diámetros mayor y menor, área de la corona y volumen se correlacionaron con el

peso seco del forraje. Los valores de R^2 variaron de 59 a 86%. Las variables mejor correlacionadas fueron el diámetro menor y el área de la corona. Las mejores ecuaciones fueron desarrolladas en la regresión lineal simple. La validación se realizó con el entrecruzamiento de nuevos datos, cuyo error estimado no fue mayor a 5g en 4 de 16 ecuaciones. Las ecuaciones aportan más del 70% de seguridad en la estimación.

SUMMARY

Generally scrubby ecosystems of the world offer many resources to exploit. The forage biomass is the most important for animal production. In this study with dimensional analysis were evaluated eight most browsed shrubs. Eight species of cattle consumed shrubs were evaluated by dimensional analysis. Height, maximum and minimum diameters, crown area and volume were

measured in the field and correlated with dry weight. Regression coefficient values ranged from 59 to 86%. The most reliable variables were minimum diameter and crown area, and the best fitting equations were simple lineal regressions. The validations include cross-validation of new data, where estimate error is 5g in 4 of 16 equations. The equations support 70% of estimate certainty.

Introducción

En los ecosistemas áridos del mundo, las especies arbustivas ofrecen una gran variedad de recursos que es posible explotar (Cook, 1971; Dietz, 1971; Everist, 1971; Houston *et al.*, 1981; Holechek, 1984), siendo el aprovechamiento de las especies forrajeras uno de los más importantes para la producción animal. Una metodología para evaluar la productividad y recomendar un manejo adecuado y utilización, es el uso de la técnica del análisis dimensional (Whit-

taker y Woodwell, 1968; Etienne, 1989). Esta técnica se basa en encontrar los mejores indicadores o variables y aplicarlas para demostrar la relación que existe entre el crecimiento del follaje y el peso de la biomasa producida en un determinado tiempo. A partir de ese principio, es posible desarrollar distintas fórmulas para estimar la producción (Whittaker, 1966; Newbould, 1967; Ludwig *et al.*, 1975; Rutherford, 1978; Murray y Jacobson, 1982). Entre otros usos, esta técnica es empleada como un indicador del valor

del hábitat (Medin, 1960; Peek, 1970; Harniss y Murray, 1976) como un factor para evaluar el grado de utilización (Felker *et al.*, 1982; Hughes *et al.*, 1987; Johnson *et al.*, 1988) y como herramienta para estimar directamente el crecimiento (Rittenhouse y Sneva, 1977; Vora, 1988; Roundy *et al.* 1989). A diferencia de los métodos de cosecha, el análisis dimensional es un procedimiento no destructivo que reduce considerablemente los costos de evaluación (Whittaker, 1970; Uresk *et al.*, 1977), lo que ha permitido a

muchos investigadores obtener la biomasa de diversas especies arbustivas. Así, Peek (1970) en el noroeste de Minnesota, EEUU, correlacionó el área y el volumen con la productividad de *Populus tremuloides*, *Corylus cornuta* y *Salix discolor*. Bently *et al.* (1970) usaron el volumen y la corona para predecir la biomasa de *Artostaphylos patula* y *Ceanothus velutinus*. Empleando transformaciones logarítmicas de diámetro y altura, Rittenhouse y Sneva (1977) estimaron la biomasa de *Artemisia tridentata*, y usando una trans-

PALABRAS CLAVE / Análisis Dimensional / Baja California / Biomasa / Forraje /

Recibido: 30/09/2002. Modificado: 01/04/2003. Aceptado: 04/04/2003

Reymundo Domínguez-Cadena. Maestro en Ciencias con Especialidad en Manejo de Pastizales, Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. Técnico-Investigador, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR). e-mail: rdoming@cibnor.mx

Ariel Guillén-Trujillo. Doctor en Ciencias, con Especialidad en Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Profesor-Investigador, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Dirección: Apartado Postal 19-B. C.P. La Paz, Baja California Sur, México. 23080. e-mail: guillen@calafia.uabcs.mx

José Luis León-de la Luz. Doctor en Ciencias, con Especialidad en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Investigador Titular, CIBNOR. e-mail: jlleon@cibnor.mx
Bernardo Murillo-Amador. Doctor en Ciencias, con Especialidad en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Natu-

rales. Investigador Titular, CIBNOR. Dirección: Mar Bermejo No. 195 Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, Baja California Sur, México C.P. 23090. e-mail: bmurillo@cibnor.mx

RESUMO

As espécies arbustivas dos ecossistemas áridos do mundo em geral oferecem uma ampla variedade de recursos susceptíveis a explorar-se; entre eles, o aproveitamento da biomassa forrageira é um dos mais importantes para a produção animal. Mediante a técnica da análise dimensional, avaliaram-se oito espécies de arbustos consumidos por gado doméstico. As variáveis; altura máxima, diâmetros maior e menor, área da corona e volume se correlacionaram com o peso seco da forra-

gem. Os valores de R^2 variaram de 59 a 86%. As variáveis mais bem correlacionadas foram, o diâmetro menor e a área da corona. As melhores equações foram desenvolvidas na regressão linear simples. A validação realizou-se com o entre cruzamento de novos dados, cujo erro estimado não foi maior a 5g em 4 de 16 equações. As equações aportam mais do 70% de segurança na estimação.

formación alométrica de regresión lineal del diámetro de ramas secundarias, Bartolomé y Kosco (1982) derivaron ecuaciones para estimar el peso de hojas y tallos de *Ceanothus integerrimus*. Murray y Jacobson (1982) emplearon el diámetro de la corona y la altura para estimar la biomasa de tres especies de arbustos en Idaho, EEUU. Por medio de diferentes modelos de regresión y variables dendrocronológicas, Paton *et al.* (1998) relacionaron el crecimiento y la productividad de *Cistus ladanifer*. Hierro *et al.* (2000) estimaron la biomasa aérea de hojas, ramas y material combustible de ocho arbustos del centro de Argentina.

En el presente estudio, después de obtener estimadores de crecimiento y de producción, se desarrollaron ecuaciones con la aplicación de la técnica del análisis dimensional, para estimar la producción forrajera de los arbustos más consumidos por el ganado doméstico, en su mayoría bovinos, seguido por caprinos y equinos, con el objetivo de validar los resultados para aplicarlos en los inventarios de vegetación y de esa manera obtener la capacidad de carga animal para su utilización como procedimiento en el ordenamiento y manejo del pastoreo en las áreas de matorral de las zonas áridas y de la Península de Baja California, México.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio

El área de estudio, con una superficie de 1100ha, se en-

cuentra ubicada en la parte sur de la Península de Baja California, México, a 45km al sur de la ciudad de La Paz, a 23°44'33"N y 110°11'57"O. La fisiografía se compone de una planicie entre un lomerío bajo a 300msnm. La comunidad vegetal dominante es matorral arbustivo típico del Desierto Sonorense (Shreve y Wiggins, 1964; Wiggins, 1980). La precipitación anual promedio es de 217mm, de la cual, el 90% se presenta entre julio a noviembre (CNA 1996). La temperatura promedio anual es de 25°C, con máximas de 40°C y mínimas de 10°C. Los suelos son de origen aluvial, en su mayoría de textura gravoso-arenosa; los tipos dominantes son litosoles y regosoles de poco desarrollo vertical y pobres en materia orgánica (Maya, 1988).

Selección de especies

El estudio se desarrolló durante los meses de julio a noviembre de 1996, 1997 y 1998. Previo al planteamiento de la metodología estadística, el primer criterio fue elegir las especies de arbustos más consumidas por el ganado doméstico. A partir de consultas a los productores pecuarios de la región y el manual de COTECOCA (1975), el procedimiento consistió en realizar cada 10 días una evaluación durante los meses de julio a septiembre de cada año. Las especies más consumidas fueron mariola (SOHI; *Solanum hindsianum* Benth.), tacote (VITO; *Viguiera tomentosa* A. Gray) malva (METO; *Melochia tomentosa* L.), chuparro (JUPA; *Justicia palmeri*

Rose), manzanita (MADI; *Malpighia diversifolia* Brandegee), chamizo (RUPE; *Ruellia peninsularis* (Rose) I.M.Jhtn.), cenicilla (BEBR; *Benthamantha brandegeei* Rydb.) y carla (CAAR; *Carlowrightia arizonica* A. Gray). En cada evaluación se eligieron 5 plantas de cada especie de arbusto y se observó en cada una de ellas el evento cuando el ganado doméstico se acercaba y las consumía.

En el primer año de estudio, la medición y cosecha se obtuvo de 25 individuos de cada especie arbustiva. Las variables elegidas para evaluar la dimensión y el crecimiento fueron altura máxima (H), diámetro mayor (D1), diámetro menor (D2), área de la corona (D1 x D2; AR) y volumen (AR x H; VOL). Después de cosechar por separado cada planta de cada especie, los tallos leñosos se separaron y se excluyeron del análisis, utilizando solo el peso seco de las hojas (PSH) para correlacionar las variables y desarrollar las ecuaciones. Las muestras fueron secadas al aire y sol durante 5 días y el peso seco se obtuvo luego de remover la humedad ambiental en una cámara de secado a 55°C durante 48h.

Diseño estadístico

La variable o variables con el valor mayor de coeficiente de correlación de Pearson (r) se seleccionaron para realizar el análisis de correlación de la variable PSH como estimador de la producción forrajera con cada una de las variables H, D1, D2, AR y VOL, como estimadores dimensionales, las

cuales se incluyeron en los distintos modelos de regresión lineal simple, lineal múltiple, exponencial, semiexponencial, logarítmicos y semilogarítmicos, seleccionando aquellos que cumplieron con las condiciones estadísticas de presentar un mejor coeficiente de determinación (R^2), menor error estándar (EE) y mayor significancia ($p \leq 0,05$). Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico computacional Statistica versión 5.1. (StatSoft, 1998).

Resultados

Variables de dimensión y de producción

Los valores de las variables de dimensión y de producción se presentan en la Tabla I como promedio y desviación estándar de los datos de cada variable en cada especie. Los valores corresponden a la primera medición y cosecha, realizada en octubre de 1996, y fueron tomados como base para validar la estimación de las ecuaciones generadas.

Correlación y elección de variables

A partir de correlacionar las variables independientes H, D1, D2, AR y VOL con la variable dependiente PSH, se encontró que los coeficientes de correlación significativos fueron aquellos con valor igual o mayor a 0,39 ($p \leq 0,05$) y de 0,50 ($p \leq 0,01$) de acuerdo con Pearson (Little y Jackson, 1989). Los valores de los coeficientes de correlación con $n = 25$ se muestran en la Tabla II.

TABLA I
PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR
DE LAS VARIABLES DE PESO Y CRECIMIENTO
DE LOS ARBUSTOS ESTUDIADOS

Especies	PSH (g)	H	Variables			
			D1	D2 (cm)	AR	VOL
SOHI	36 ±25	122 ±27	93 ±31	72 ±29	75 ±52	102 ± 87
VITO	33 ±17	110 ±35	92 ±27	68 ±21	67 ±39	84 ± 71
METO	18 ±12	102 ±32	81 ±35	65 ±34	64 ±62	80 ±104
JUPA	10 ± 6	92 ±27	49 ±16	39 ±11	21 ±12	21 ± 15
MADI	17 ± 9	82 ±21	74 ±16	58 ±15	45 ±21	39 ± 27
RUPE	25 ±20	75 ±18	83 ±23	61 ±17	54 ±32	43 ± 34
BEBR	3 ± 2	71 ±17	57 ±18	44 ±16	28 ±23	21 ± 18
CAAR	10 ± 5	58 ±14	61 ±16	48 ±14	32 ±16	19 ± 11

SOHI= *Solanum hindsianum*; VITO= *Viguiera tomentosa*; METO= *Melochia tomentosa*; JUPA= *Justicia palmeri*; MADI= *Malpighia diversifolia*; RUPE= *Ruellia peninsularis* BEBR= *Benthamantha brandegeei*; CAAR= *Carlowrightia arizonica*. PSH= Peso seco de hojas; H= Altura; D1= Diámetro mayor; D2= Diámetro menor; AR= Área; VOL = Volumen.

Elección y establecimiento de ecuaciones

Las variables D2 y AR mostraron las correlaciones más altas con PSH (Tabla II), indicando que son las más adecuadas para establecer las ecuaciones finales de cada especie arbustiva. Estas variables se probaron en cada uno de los siete tipos de modelos de ecuación indicados previamente. Las ecuaciones lineales simples y en algunos casos las lineales múltiples, se ajustaron y expresaron un error estándar (EE) menor y una mayor significancia de p. El punto de intercepción (β₀) se excluyó de algunos modelos de regresión lineal simple con el fin de mejorar el coeficiente de determinación, cuando la asociación de las variables lo permitió, mejorando así las variables de JUPA, MADI, BEBR y CAAR. En BEBR se incluyó el D1 que correlacionó mejor (0,86). En RUPE se incluyeron ambas variables (D1= 0,63 y D2= 0,70), adicionando una variable que modificó la ecuación general a una ecuación de regresión lineal múltiple. El AR presentó una correlación alta con el PSH, con valores en el rango de 0,59 en SOHI a 0,86 en BEBR (Tabla II), los cuales permitieron contar con otra

variable útil en cada especie de arbusto y tener la opción de establecer una ecuación adicional. Las ecuaciones desarrolladas con esta variable se muestran para cada especie en la Tabla III.

Estimación de la biomasa forrajera

Para ejemplificar el resultado de las ecuaciones obtenidas en la Tabla IV se muestra, para los años 1996, 1997 y 1998, la producción cosechada (obtenida por corte) y se compara con la obtenida por estimación, que proviene de incluir en la ecuación únicamente el valor de las varia-

bles D2 y AR, seleccionadas en las condiciones de la Tabla II. Para 1996 se observa que los valores de "cosecha" son muy precisos, siendo la variación menor a 1g, como se observa en SOHI-D2 y en RUPE-D1/D2, demostrándose así que los datos de la Tabla I y la correlación baja de los datos de la Tabla II son minimizados por una buena elección de variables estimadoras. Para probar la capacidad predictiva de las ecuaciones desarrolladas y descritas en la Tabla III, en las columnas de 1997 y 1998 de la Tabla IV, antes de ser incluidos los nuevos datos, se planteó que la certeza debería cumplir con

TABLA II
CORRELACIÓN DE LA VARIABLE ESTIMADORA DE PESO CON LAS VARIABLES DE CRECIMIENTO DE LOS ARBUSTOS ESTUDIADOS

Variables	Especies							
	SOHI	VITO	METO	JUPA	MADI	RUPE	BEBR	CAAR
PSH-H	0,33ns	0,52**	0,38ns	0,44*	0,21ns	0,44ns	0,19ns	0,23ns
PSH-D1	0,43*	0,46*	0,55**	0,46*	0,24ns	0,63**	0,71**	0,16ns
PSH-D2	0,66**	0,65** [†]	0,72**	0,83** [†]	0,84** [†]	0,70**	0,34ns	0,84**
PSH-AR	0,59**	0,69**	0,61**	0,84** [†]	0,84** [†]	0,73**	0,86** [†]	0,78** [†]
PSH-VOL	0,56**	0,50*	0,46*	0,63**	0,37ns	0,61**	0,47*	0,35ns

* p ≤0,05; ** p ≤0,01; ns: no significativo; [†] ajuste para incrementar R².
SOHI= *Solanum hindsianum*; VITO= *Viguiera tomentosa*; METO= *Melochia tomentosa*; JUPA= *Justicia palmeri*; MADI= *Malpighia diversifolia*; RUPE= *Ruellia peninsularis* BEBR= *Benthamantha brandegeei*; CAAR= *Carlowrightia arizonica*. PSH= Peso seco de hojas; H= Altura; D1= Diámetro mayor; D2= Diámetro menor; AR= Área; VOL= Volumen.

TABLA III
ECUACIONES ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR EL PSH COMO FORRAJE DISPONIBLE DE CADA ARBUSTO ESTUDIADO

Especies	Ecuaciones	R ²	EE	p
SOHI	PSH = -0,1505 + 0,7032 (D2)	0,66	0,08	0,000001 [†]
	PSH = 0,0806 + 0,4643 (AR)	0,59	0,05	0,000007 [†]
VITO	PSH = -0,1265 + 0,6769 (D2)	0,65	0,07	0,000002 [†]
	PSH = 0,1020 + 0,3452 (AR)	0,69	0,04	0,000009 [†]
METO	PSH = -0,0218 + 0,3071 (D2)	0,72	0,02	0,000005 [†]
	PSH = 0,0805 + 0,1531 (AR)	0,61	0,02	0,000004 [†]
JUPA	PSH = 0,2649 (D2)	0,83	0,05	0,000004 [†]
	PSH = 0,4438 (AR)	0,84	0,05	0,000002 [†]
MADI	PSH = 0,2954 (D2)	0,84	0,07	0,000004 [†]
	PSH = 0,3516 (AR)	0,84	0,08	0,000005 [†]
RUPE	PSH = -0,3935 + 0,4143 (D1) + 0,4848 (D2)	0,70	0,09	0,003000 [§]
	PSH = -0,0424 + 0,5372 (AR)	0,73	0,04	0,000002 [†]
BEBR	PSH = -0,0264 + 0,1106 (D1)	0,71	0,01	0,000006 [†]
	PSH = 0,1358 (AR)	0,86	0,01	0,000009 [†]
CAAR	PSH = 0,2148 (D2)	0,84	0,05	0,000002 [†]
	PSH = 0,2936 (AR)	0,78	0,05	0,000001 [†]

R²: coeficiente de determinación; EE: error estándar de la regresión; p: probabilidad ≤0,05; [†] ajuste para incrementar R²; [†] regresión lineal simple; [§] regresión lineal múltiple
SOHI= *Solanum hindsianum*; VITO= *Viguiera tomentosa*; METO= *Melochia tomentosa*; JUPA= *Justicia palmeri*; MADI= *Malpighia diversifolia*; RUPE= *Ruellia peninsularis* BEBR= *Benthamantha brandegeei*; CAAR= *Carlowrightia arizonica*. PSH= Peso seco de hojas; H= Altura; D1= Diámetro mayor; D2= Diámetro menor; AR= Área.

una condicionante, en la que solo se incluyera un tamaño de muestra cinco veces menor al inicialmente descrito en 1996 (5 vs 25) y que el resultado será válido cuando el valor estimado se encuentre entre los límites del rango dado por la desviación estándar de cada dato obtenido por cosecha de su respectivo año (observado con la anotación de "cosecha"), considerando que la estimación podrá ser válida para la época de producción forrajera en los meses de julio a noviembre. Los datos de 1997 y 1998 provienen de condiciones ambientales y de crecimiento teóricamente igual, pero en virtud de que dichas condiciones de un ciclo anual a otro en cualquier sitio son totalmente distintas, se espera que las estimaciones no sean tan precisas como en 1996. De acuerdo a lo planteado se observa (Tabla IV) que en 1997 el error estimado se incrementó 5,0g en JUPA, 4,0g en RUPE y 2,0g en CAAR, mientras que en las estimaciones de 1998 se encontró un error de 3,0g en MADI y 1,0g en BEBR. La magnitud del error estimado se considera muy aceptable, ya que no fue superior a 5,0g por año de evaluación en cuatro de las 16 ecuaciones probadas.

Discusión

Los resultados mostraron la característica distintiva de una comunidad vegetal arbustiva constantemente forrajada, donde la variación de crecimiento dimensional se rige por el consumo y la precipitación, deduciendo que la producción es directamente proporcional y se mantiene constante (Tabla I). Lo anterior se consideró con cautela, teniendo por hecho que datos con variación alta incrementarían el error, por lo que la suposición de indicar el riesgo de incluir datos de muestras con variación alta sin definir un límite es acertada y coincide con MacCracken y Van Ballenberghe (1993), quienes sugieren que los nuevos datos a

TABLA IV
PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL PESO (g) COSECHADO Y ESTIMADO EN TRES AÑOS CONSECUTIVOS

Especie	Variable	1996 (n=25)		1997 (n=5)		1998 n=(5)	
		Cosecha	Estimado	Cosecha	Estimado	Cosecha	Estimado
SOHI	D2	36 ±25	35	12 ± 5	8	61 ± 6	23
	AR		43		14		33
VITO	D2	33 ±17	33	24 ± 6	25	41 ±28	27
	AR		33		36		29
METO	D2	18 ±12	18	11 ± 5	12	13 ± 5	10
	AR		18		14		11
JUPA	D2	10 ± 6	10	7 ± 1	13+5 †	7 ± 3	6
	AR		9		14		3
MADI	D2	7 ± 9	17	29 ±23	13	21 ± 7	11+3 †
	AR		16		10		7
RUPE	D1/D2	25 ±20	24	22 ±13	39+4 †	27 ± 3	36
	AR		25		38		35
BEBR	D1	3 ± 2	3	6 ± 2	4	6 ± 1	4+1 †
	AR		3		4		3
CAAR	D2	10 ± 5	10	8 ± 3	13+2 †	9 ± 5	8
	AR		9		12		6

† gramos excedidos fuera del rango estimado (considerados como error).

SOHI= *Solanum hindsianum*; VITO= *Viguiera tomentosa*; METO= *Melochia tomentosa*; JUPA= *Justicia palmeri*; MADI= *Malpighia diversifolia*; RUPE= *Ruellia peninsularis* BEBR= *Benthamantha brandegeei*; CAAR= *Carlowrightia arizonica*. D1= Diámetro mayor; D2= Diámetro menor; AR= Área.

entrecruzar no incluyan una variación alta, ya que provoca que el error se incremente y, aunque la ecuación esté cuidadosamente desarrollada, en la práctica perderá la certeza de estimación. Por la influencia indistinta de los factores que afectan el crecimiento de las plantas, el presente estudio coincide con Bently *et al.* (1970), Bryant y Kothman (1979), Vora (1988), Peterson *et al.* (1987) y Meza (1997), quienes indican que realizar ajustes es adecuado cuando exista variabilidad alta en los datos. Lo anterior sugiere que la producción de las especies forrajeadas se estima mejor con ecuaciones lineales y que las especies no forrajeras o que se encuentren en lugares excluidos se estiman mejor con ecuaciones potenciales. En el presente estudio se consideró que las ecuaciones expresaran por sí solas la variación real que existe en campo, partiendo del criterio que los datos de campo se tomaran tal como se encontraron y los análisis fueran remitidos únicamente al uso del programa estadístico elegido, todo ello considerando que no se tuvo control sobre los factores

como la precipitación, manejo del ganado, fisiografía y tipo de suelo, lo que permite sostener que las ecuaciones obtenidas se eligieron bien estadísticamente, que son buenas estimadoras de la producción de forraje y además, los datos estimados ofrecen resultados confiables para calcular la capacidad de carga que los arbustos pueden soportar con las lluvias del verano en los meses de julio a noviembre. La presente metodología es una herramienta adecuada para los manejadores e investigadores de las comunidades áridas, ya que es útil para recomendar el manejo y el mejor aprovechamiento del agostadero de las comunidades arbustivas de la Península de Baja California, México.

Conclusiones

Basados en la metodología utilizada para el desarrollo del presente estudio, el criterio estadístico para la selección de las variables y el establecimiento de las ecuaciones, se concluye que la producción de biomasa forrajera de los arbustos elegidos, que son consumidos constantemente

por ganado doméstico, se estima confiablemente con estas ecuaciones, cuya aplicación es mejor cuando las especies están en crecimiento, en los meses de julio a noviembre. La metodología utilizada cumple con las condiciones generales postuladas para un manejo y aprovechamiento adecuado de la vegetación del área de estudio (matorral con arbustos forrajeros), lo que permitió desarrollar un procedimiento estadístico sencillo y de fácil aplicación, cumpliendo con la condición de afectar en lo mínimo a las especies evaluadas y como una aportación de elección estadística, se demostró que la producción de forraje en condiciones de pastoreo, se estima mejor con ecuaciones de regresión lineal, encontrándose que la correlación no mejora en las ecuaciones con modelos potenciales. Como un aporte al ordenamiento en el manejo del ganado y aprovechamiento de la comunidad vegetal silvestre en esta región, las ecuaciones aportan más del 70% de seguridad en la estimación de la producción de forraje, mientras que la variación se atribuye a fac-

tores ambientales no controlados como la temperatura, la precipitación errática, el efecto del pisoteo del ganado en el suelo, el manejo del ganado y las actividades antropogénicas.

REFERENCIAS

- Bartolome JW, Kosco BH (1982) Estimating browse production by deerbrush (*Ceanothus integrifolius*). *J. Range Manag.* 35: 671-672.
- Bently JR, Seegrist DW, Blakeman DA (1970) A technique for sampling low shrub vegetation by crown volume classes. *USDA-Forest Service Res. Note PSW-215*. 11pp.
- Bryant CF, Kothman MM (1979) Variability in predicting edible browse from crown volume. *J. Range Manag.* 32: 144-146.
- CNA (1996) Registro interno de la estación meteorológica El Carrizal, Municipio de La Paz, Baja California Sur, México. Comisión Nacional del Agua. 6 pp.
- COTECOCA (1975) *Coefficientes de Agostaderos de la República Mexicana. Estado de Baja California Sur*. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. 53 pp.
- Cook CW (1971) Comparative nutritive values of forbs, grasses and shrubs. En McKell CM, Blaidell JP, Goodin JR (Eds.) *Wildlands shrubs, their biology and utilization*. General Technical Report INT-1. USDA Forest Service. Utah State University, Logan, Utah. EEUU. pp. 303-310.
- Dietz D (1971) Nutritive value of shrubs. En McKell CM, Blaidell JP, Goodin JR (Eds.) *Wildland Shrubs, their biology and utilization*. General Technical Report INT-1. USDA Forest Service. Utah State University, Logan, Utah. EEUU. pp. 289-302.
- Etienne M (1989) Non destructive methods for evaluating shrub biomass: A review. *Acta Oecologica* 10: 115-128.
- Everist SL (1971) Continental Aspects of Shrubs. Distribution, Utilization and Potentials. Australia. En McKell CM, Blaidell JP, Goodin JR (Eds.) *Wildland Shrubs, their biology and utilization*. General Technical Report INT-1. USDA Forest Service. Utah State University, Logan, Utah. EEUU. pp. 16-25.
- Felker PR, Osborn JF, Cannel GH (1982) Biomass estimation in a young stand of mesquite (*Prosopis spp.*), ironwood (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium floridum* and *Parkinsonia aculeata*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*). *J. Range Manag.* 35: 87-89.
- Harniss RO, Murray RB (1976) Reducing bias in dry leaf weight estimates of Big Sagebrush. *J. Range Manag.* 29: 430-432.
- Hierro JL, Branch LC, Villarreal D, Clark KL (2000) Predictive equations for biomass and fuel characteristics of Argentina shrubs. *J. Range Manag.* 53: 617-621.
- Houston JE, Rector BS, Merrill L, Enghdl BS (1981) *Nutritional Values of Range Plants in the Edwards Plateau Region of Texas*. Texas Agricultural Experiment Station. Texas. EEUU. 16 pp.
- Holechek J (1984) Comparative Contribution of Grasses, Forbs and Scrubs to the Nutrition of Range Ungulates. *Rangelands* 6:6.
- Hughes GH, Varner LW, Blakenship LH (1987) Estimating shrub production from plants dimensions. *J. Range Manag.* 40: 367-369.
- Johnson SP, Johnson CL, West NE (1988) Estimation of phytomass for ungrazed crested wheatgrass plants using allometric equations. *J. Range Manag.* 41: 421-425.
- Little TM, Jackson Hills F (1989) *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura*. Trillas. México. pp. 207-217.
- Ludwig J, Reynolds J, Whitson P (1975) Size-biomass relationships of several Chihuahuan desert shrubs. *Am. Midl. Nat.* 94: 451-461.
- MacCracken JM, Van Ballenberghe V (1993) Mass-diameter regressions for moose browse on the Copper River Delta, Alaska. *J. Range Manag.* 46: 302-308.
- Maya Y (1988) Edafología. En Ortega A, Arriaga L (Eds) *La Sierra de La Laguna de Baja California Sur*. Publicación No 1. Cap. 5. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A.C. pp. 53-65.
- Medin DE (1960) Physical site factors influencing annual production of true mountain mahogany (*Cercocarpus montanus*). *Ecology* 41: 454-460.
- Meza R (1997) Ecuaciones para estimar la fitomasa de *Atriplex canescens*. *Ciencia Forestal en México* 22: 27-40.
- Murray RB, Jacobson MQ (1982) An evaluation of dimension analysis for predicting shrub biomass. *J. Range Manag.* 35: 451-454.
- Newbould PJ (1967) *Methods for estimating the primary production of forest*. IBP Handbook N° 2. Blackwell. Oxford. Inglaterra. 62 pp.
- Paton D, Azócar P, Tovar J (1998) Growth and productivity in forage biomass in relation to the age assessed by dendrochronology in the evergreen shrub *Cistus ladanifer* (L.) using different regression models. *J. Arid Environ.* 38: 221-235.
- Peterson LJ, Vercket DN, Potter RL, Houston JE (1987) Ecotype variation in selected fouring saltbush populations in Western Texas. *J. Range Manag.* 40: 361-366.
- Peek JM (1970) Relation of canopy area and volume to production of three woody species. *Ecology* 51: 1098-1101.
- Rittenhouse LR, Sneva FA (1977) A technique for estimating big sagebrush production. *J. Range Manag.* 30: 68-70.
- Roundy BA, Ruyle GB, Ard J (1989) Estimating production and utilization of jojoba. *J. Range Manag.* 42: 75-78.
- Rutherford MC (1978) Plant-based techniques for determining available browse and browse utilization: A review. *Bot. Rev.* 54: 203-228.
- Shreve F, Wiggins IL (1964) *Flora of the Sonoran Desert*. Stanford University Press. Stanford, California. EEUU. 1740 pp.
- StatSoft (1998) *Statistics for Windows* (Computer Program Manual, release 5.1) Ed. '98. StatSoft Inc. Tulsa, Oklahoma. EEUU. pp. 1643-1689.
- Uresk DW, Gilbert RO, Rickard WH (1977) Sampling big sagebrush for phytomass. *J. Range Manag.* 30: 311-314.
- Vora SR (1988) Predicting biomass of five shrub species in north-eastern California. *J. Range Manag.* 41: 63-65.
- Wiggins IL (1980) *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Stanford, California. EEUU. 1025 pp.
- Whittaker RH (1966) Forest dimensions and production in the Great Smoky Mountains. *Ecology* 43: 357-377.
- Whittaker R, Woddwell G (1968) Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven forest. *J. Ecol.* 56: 1-25.
- Whittaker RH (1970) *Communities and ecosystems*. MacMillan. Londres. Inglaterra. pp. 60-183