

Programa de Estudios de Posgrado

**EFFECTO DEL RAMONEO POR GANADO VACUNO
EN UNA POBLACIÓN DE *Lysiloma divaricata* (Jacq.)
Macbr. "MAUTO" (LEGUMINOSAE) EN UNA SELVA
BAJA CADUCIFOLIA DEL NOROESTE DE MÉXICO.**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Ecología de Zonas Áridas)

p r e s e n t a

Víctor Ortiz Ávila

La Paz, B. C. S. Noviembre de 2001.

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 11:15 horas del 31 de Agosto de 2001, se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., para revisar la tesis de grado titulada:

EFFECTO DEL RAMONEO POR GANADO VACUNO EN UNA POBLACIÓN DE *Lysiloma divaricata* (Jacq) Macbr. (Leguminosae) EN UNA SELVA BAJA CADUCIFOLIA DEL NOROESTE DE MÉXICO

presentada por el alumno:

Víctor Ortiz Ávila ,

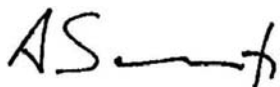
aspirante al grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN **Ecología de Zonas Áridas**

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA



M. en C. Aurora M. Breceda Solís-Cámara
DIRECTORA DE TESIS



Dr. Ricardo A. Scrosati
CO-TUTOR



M en C. Sara Cecilia Díaz Castro
CO-TUTOR



Dr. Sergio Hernández Vázquez
DIRECTOR DE ESTUDIOS DE POSGRADO

“...El estudio de la naturaleza les enseñará como Dios ha llenado de cosas bellas y maravillosas este mundo para que lo puedan gozar...”

“Traten de dejar este mundo en mejores condiciones de como lo encontraron.”

“Haz que tu ambición no sea cuánto puedas obtener de tu trabajo, sino cuánto puedes aportar en él.”

Baden Powell.

RESUMEN.

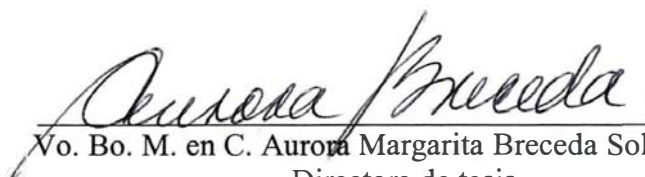
En la sierra de La Laguna se practican diversas actividades humanas, entre las cuales se destaca la ganadería vacuna; esta actividad se practica de forma extensiva desde hace 400 años. El ramoneo por ganado vacuno tiene un efecto de disturbio en las poblaciones vegetales y particularmente en las especies que se distribuyen dentro de la selva baja caducifolia, ya que es una de las comunidades que presentan mayor presión por ganado vacuno. La selva baja caducifolia de la sierra de La Laguna constituye el límite de distribución noroccidental de este tipo de vegetación en América; esta comunidad vegetal se ubica en la región conocida como región del Cabo, en la península de Baja California y presenta la mayor abundancia y diversidad de especies con respecto a otras comunidades vegetales que se desarrollan en esta zona.

Entre las especies vegetales que se distribuyen en la selva baja caducifolia, se destaca *Lysiloma divaricata*, ya que además de ser consumida por el ganado vacuno es aprovechada por los rancheros de la zona como material de construcción, combustible y forraje.

Bajo este contexto el presente trabajo tiene como objetivo: analizar el efecto por ganado vacuno y su exclusión (12 años) en los individuos de *L. divaricata*, mediante el estudio y análisis de las relaciones alométricas y la estructura poblacional.

Los resultados muestran que existe un efecto del ramoneo por ganado vacuno en las relaciones alométricas de altura-diámetro basal y cobertura-diámetro basal; como resultado de esta actividad se observan dos efectos en los individuos de esta especie: el efecto bonsai en la condición de pastoreo, en la cual los individuos presentan alturas y coberturas vegetales muy pequeñas y los diámetros basales son gruesos, mientras que en la condición de exclusión al pastoreo desde hace 12 años se observa el efecto arbusto, en la cual los individuos presentan alturas grandes, coberturas relativamente reducidas y las ramas crecen a partir de un tronco muy pequeño o desde el suelo. Por otro lado, el ramoneo afecta la estructura por altura y diámetro basal de los individuos de esta especie, encontrándose diferencias significativas entre las condiciones de estudio. Comparativamente, en la condición de exclusión se presenta una mayor abundancia de individuos con alturas entre los 51 a 600 cm y con diámetro basal entre 0.5 a 4.5 cm con respecto a la condición de pastoreo, mientras que en esta condición, la mayor concentración corresponde a individuos con menos de 50 cm de altura y con un diámetro basal menor a 2.5 cm. Estos resultados demuestran que la acción del ramoneo de ganado vacuno afecta la altura y diámetro de los individuos; éstos son pequeños en altura y cobertura vegetal y con diámetros basales relativamente grandes, mientras que la exclusión del ramoneo favorece el crecimiento en forma arbustiva de los individuos.

PALABRAS CLAVES: *Lysiloma divaricata*, mauto, alometría, estructura poblacional, ramoneo vacuno, selva baja caducifolia, sierra de La Laguna, Baja California Sur, México.


No. Bo. M. en C. Aurora Margarita Breceda Solís Cámara.
Directora de tesis.

ABSTRACT.

Human activities in La Laguna range (Baja California Sur, Mexico), are diverse. Cattle ranching is one of the most important ones, and it has been done extensively for about 400 years in this area. Grazing by cattle constitutes a disturbance factor for local plant species, particularly in areas of tropical deciduous forest. La Laguna range represents the NW limit of distribution for this type of ecosystem in America. The tropical deciduous forest has higher biodiversity than any other type of ecosystem in southern Baja California.

Locally known as mauto, *Lysiloma divaricata* (Leguminosae) is an important plant species in this area. Besides being consumed by cattle, it is locally used as a source of timber, fuel, and forage. Because of the importance of *L. divaricata* and the lack of ecological knowledge on this species, I investigated the effects of grazing by cattle on its allometry and population structure. Comparisons were based on areas that are normally open to cattle ranching and areas that had been excluded to this activity for the previous 12 years.

I found that grazing by cattle affected the allometric (power) relationship between height and basal diameter and between canopy cover and basal diameter. Under grazing pressure, height and canopy cover were smaller per unit of basal diameter compared with the exclusion treatment. The grazing treatment resulted in many plants having a bonsai appearance, whereas the exclusion treatment resulted in many plants developing a shrubby form with a short stem.

Grazing pressure also affected population structure. In the grazing treatment, the highest relative abundance of individuals occurred for the 0-50 cm height class and for the 0-2.5 cm class of basal diameter. However, in the exclusion treatment, the highest relative abundance occurred for the 51-600 cm height class and for the 0.5-4.5 cm class of basal diameter. Grazing by cattle, therefore, results in generally smaller plants in the population of *L. divaricata*.

KEY WORDS: *Lysiloma divaricata*, mauto, Leguminosae, allometry, population structure, cattle grazing, tropical deciduous forest, La Laguna range, Baja California Sur, Mexico.

DEDICATORIAS.

A MI TIA VICKY.

A DIOS POR DARME TODA LA FORTALEZA ESPIRITUAL Y FÍSICA.

**A MIS PADRES: VÍCTOR MANUEL Y MARINA EDITH POR SU AMOR Y SU
VALIOSO E INCONDICIONAL APOYO EN TODO MOMENTO.**

**A MIS HERMANOS: PAULO CESAR, SANDRA EDITH, MARCO ANTONIO,
ALBERTO Y ALBERTO ABRAHAM.**

AGRADECIMIENTOS.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S. C. Baja California Sur, México, en apoyo a las investigaciones que se realizan en la reserva de la biosfera “Sierra de La Laguna”, dentro de los proyectos: SIMAC (990106005) y RT-6.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por el apoyo logístico y el uso de las instalaciones y al Programa de Posgrado por la beca otorgada para la realización y culminación del presente trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada, con el número de registro: 144480.

A la M. en C. Aurora Breceda por la dirección, apoyo y sugerencias y por estos años de amistad.

A la M. en C Sara Díaz y al Dr. Ricardo Scrosati por formar parte del comité tutorial, por sus valiosas sugerencias, apoyo y conocimientos aprendidos durante el presente trabajo.

A mis amigos Franco Cota Castro, Jorge Arturo Ramírez Espinosa y José Abelino Cota Castro, que me apoyaron en todo momento en el campo; por las risas, enojos, aprendizajes y grandes momentos.

A Don Florentino Cota, Loreto Cota y su familia por recibirme nuevamente en su casa del Vergelito, por su amabilidad, cuidados y amistad que me brindaron.

A mis compañeros de la primera generación de la maestría del CIBNOR.

A la gente de posgrado: Leticia, Osvelia, Betty, Horacio y Manuel por el apoyo logístico y en el uso de las paqueterías de cómputo.

Un especial agradecimiento a:

Mi gran amigo lúdico y guía: Jorge Arturo por enseñarme la humildad, fortaleza, sencillez, intensidad, alegría, inteligencia y humanidad, con las cuales se debe vivir la vida.

A mis amigos: Alejandra, Roberto, Héctor, Esther, Sandra, Carmen, Julieta por apoyarme en las buenas y en las malas, por compartir momentos importantes en mi vida y por ser como son.

Ángel Rodríguez y Maritza Pacheco por su amistad y esos momentos que hemos compartidos juntos.

A Bertha Alicia Calderón, gracias por compartir conmigo nuevas dimensiones.

A mi familia de La Paz: Ramírez Michel por el apoyo moral y espiritual, por darme su corazón, risas, regaños, abrazos, confianza y muchas cosas más.

A Jorge Llinas por ser un gran apoyo y un gran amigo en los momentos más difíciles y alegres, por confiar y creer en mi a pesar de las circunstancias... y por ser mi “pepe grillo”.

A los Scouts del grupo 9 “Kadeibí” y en especial a los Sherpas, expedicionarios: Reyes, Carlos, Germán, Armando, Edwin y Arturo, por darme la oportunidad de vivir, sentir, aprender y conocer la gran obra que B. P. hizo realidad; por las aventuras, actividades, campamentos y servicios a los demás que hemos compartido.

Nuevamente a ustedes, mis guías y ángeles guardianes: Javier, Chuchú, Trini, Rodrigo, Rolo, Víctor Ángel, Michelle y Milagros.

Grupo estrella.



CONTENIDO.

Resumen.....	i
Abstract.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Contenido.....	v
1.- Introducción general.....	1
2.- Antecedentes.....	3
2.1.- Alometría.....	3
2.2.- Efecto de la ganadería en las poblaciones vegetales.....	4
2.3.- Estructura poblacional.....	5
2.4.- Estudios acerca de <i>Lysiloma divaricata</i>.....	5
2.5.- Situación taxonómica de la especie.....	6
3.- Objetivos.....	9
3.1.- Objetivo general.....	9
3.2.- Objetivos particulares.....	9
4.- Zona de estudio.....	10

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1 a, b, c y d.- Fotos de <i>Lysiloma divaricata</i>	8
Figura 2.- Ubicación de la reserva de la biosfera “Sierra de la Laguna” y parcelas de estudio.....	10
Figura 3.- Esquema de las parcelas de estudio.....	16
Figura 4a.- Gráficas en escala logarítmica para la relación alométrica de altura-cobertura.....	20
Figura 4b.- Gráficas en escala logarítmica para la relación alométrica de altura-diámetro basal.	21
Figura 4c.- Gráficas en escala logarítmica para la relación alométrica de cobertura-diámetro basal.....	22
Figura 5 a y b.- Individuos de mauto que presentan los efectos bonsai y arbusto.....	23
Figura 6 (a, b, c, y d).- Fotos de las condiciones de exclusión y pastoreo.....	30
Figura 7.- Gráficas de distribución de frecuencias estandarizadas por clases de altura y diámetro basal.....	37
Figura 8.- fotos de ganado vacuno y de <i>Lysiloma divaricata</i> en la zona de estudio.....	44

LISTA DE CUADROS.

Cuadro I.- Resultados del modelo de regresión RMA y correlación e intervalos de confianza de la pendiente del modelo RMA.....	23
Cuadro II.- Total de individuos registrados en los cuadrantes permanentes...	34
Cuadro III.- Frecuencias observadas y estandarizadas para las clases de altura y diámetro basal.....	36
Cuadro IV.- Tablas de contingencia: frecuencia observada y frecuencia esperada y resultados de la prueba de χ^2	38

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL.

La selva baja caducifolia se distribuye ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo; constituye el 42 % del total de las selvas tropicales. En México este tipo de vegetación ocupa aproximadamente el 8 % del territorio nacional, abarcando los estados de Sonora, Sinaloa, Morelos, Guadalajara, Nayarit, Michoacán, Puebla, Veracruz y Oaxaca (Rzedowski, 1978). En algunas regiones del mundo como África y Centro América esta comunidad ocupa la mayor superficie boscosa (Murphy y Lugo, 1986). Una de las especies más abundantes en estas comunidades vegetales de América es *Lysiloma divaricata* (Shreve, 1937; Gentry, 1942; Rzedowski, 1978; Goldberg, 1985; Lott *et al.*, 1987; Arriaga y León de la Luz, 1989; Breceda, 1994; Cervantes *et al.*, 1996, 1998). En la selva baja caducifolia de la sierra de La Laguna, Baja California Sur, México, *L. divaricata* forma asociaciones con otras especies arbóreas y arbustivas, presentando los doseles más amplios, debajo de los cuales se establecen, crecen y se desarrollan plántulas y juveniles que se protegen de las condiciones climáticas extremas y de la herbivoría (Ortiz-Ávila, 1999). Además de la importancia ecológica esta especie se aprovecha en la construcción de bardas, potreros, cercos, casas y como combustible (Breceda *et al.*, 1992) y se reporta como especie ramoneada por el ganado vacuno (Susano, 1981; Arriaga y Cancino, 1992; Ortiz-Ávila, 1999), actividad que se practica extensivamente desde hace 400 años en la zona (Martínez-Balboa, 1981).

En la reserva de la biosfera “Sierra de La Laguna” se han llevado a cabo estudios con relación a la actividad ganadera y su impacto en la vegetación de esta serranía. Arriaga y Cancino (1992) realizaron una investigación sobre las especies que consume el ganado vacuno en esta selva, reportando 102 especies. Ramírez-Apud (1998) y Ortiz-

Ávila (1999) estudiaron el efecto de ganado vacuno en el banco de semillas y el establecimiento de plántulas y juveniles respectivamente y encontraron que esta actividad afecta estos dos procesos de regeneración natural. Sin embargo, en esta zona no existen trabajos sobre el efecto de la ganadería en poblaciones vegetales naturales.

Bajo este contexto el objetivo principal de este trabajo es el estudio del efecto del ramoneo vacuno en la población de *Lysilima divaricata*, mediante el análisis de las relaciones alométricas entre la altura, cobertura vegetal y diámetro basal. Asimismo se analiza el efecto del ramoneo vacuno en la estructura poblacional, utilizando estos criterios como parámetro indicador de impacto por esta actividad.

El presente trabajo comprende dos partes: en la primera se presenta el estudio y comparación de las relaciones alométricas de las variables morfológicas de altura, cobertura y diámetro basal. En la segunda parte se aborda el estudio y comparación de la estructura poblacional por clases de altura y diámetro basal de esta especie. Para cumplir con estos objetivos se utilizaron dos parcelas de estudio: una de exclusión a la actividad de ganado vacuno desde hace 12 años y otra parcela expuesta a la acción del pastoreo. Los muestreos se realizaron en 15 cuadrantes permanentes y dispuestos al azar de 10 x 10 m en cada parcela, en donde se marcaron y registraron todos los individuos de mauto.

2.- ANTECEDENTES.

2.1.- ALOMETRÍA.

La alometría es importante en el estudio de las relaciones de variables morfológicas, las cuales están involucradas en diversos procesos de desarrollo y adaptación de un organismo a su entorno. Es así que en la alometría el tamaño y la forma de un organismo, por ser de las características más aparentes e importantes, sirven como criterio para estudiar procesos de desarrollo y adaptación. Asimismo el estudio de los modelos que describen la morfometría de los organismos ha sido ampliamente estudiado, siempre bajo el sustento de un modelo general: la “*ecuación simple de alometría*” ($Y = a * X^b$), descrita por Huxley (1932).

Los avances que se han tenido en el estudio y aplicación de la alometría han permitido que ésta sea utilizada también como indicador de disturbios por actividades humanas. Sobre el efecto de la ganadería en la morfología de las plantas se destaca el trabajo de Escós *et al.*, (1997), quienes analizaron el impacto del pastoreo por cabras y borregos en la alometría de *Anthyllis cytisoides* (Leguminosae) en el Mediterraneo y concluyen que el pastoreo tiene un efecto tanto en las partes vegetativas como reproductoras de esta especie, ya que modifica los patrones alométricos, aumentando la complejidad estructural de las ramas y reduciendo la cobertura vegetal. Como resultado de este impacto, las relaciones entre diámetro de la rama y la longitud del internodo contra el orden de aparición de estas estructuras a través del tiempo son distintas, ya que en condiciones de ramoneo los diámetros de la rama se incrementan, mientras que la longitud del internodo de las ramas disminuye, reduciendo así la cobertura vegetal del individuo. Además encontraron que la producción de flores y semillas disminuye como resultado de este efecto.

2.2.- EFECTO DE LA GANADERÍA EN LAS POBLACIONES VEGETALES.

El efecto de la ganadería sobre la vegetación ha sido un tema que ha llamado la atención de diversos investigadores; sobre este tema se encuentran varios trabajos en distintos ecosistemas. Por ejemplo, Villalba y Veblen (1997) estudiaron los patrones regionales en la estructura poblacional de la conífera *Austrocedrus chilensis*, en relación con el clima y la actividad ganadera, en los bosques cercanos al ecotono con la estepa al norte de la Patagonia en Argentina y encontraron que el pastoreo tiene efecto de inhibición en la sobrevivencia y establecimiento, provocando la disminución en la abundancia de esta especie; además modifica la estructura de edades, en donde los juveniles son los más afectados, teniendo altos índices de mortalidad. Christian (1991) estudió a los juveniles de *Quercus robur* en un bosque decíduo del sur de Suecia (especie consumida por el ganado), encontrando que el ganado influye en la abundancia de estos estadios, los cuales presentan una alta mortalidad y bajo establecimiento; además de que el pastoreo resultó ser un factor importante en la dispersión de esta especie. Smith (1999) detectó variaciones en la defoliación de la cobertura vegetal de *Bouteloua curtipendula* var. *caespitosa* en un pastizal semidesértico en Arizona (Estados Unidos) con distintos grados de pastoreo, encontrando que la mortalidad fue disminuyendo a medida que aumentaba el pastoreo, lo que sugiere una mayor resistencia a la defoliación. Latham y Blackstock (1998), estudiaron el efecto de exclusión de ramoneadores en un bosque de *Alnus glutinosa* en Coedydd Aber, al norte de Gales y encontraron que en las áreas no pastoreadas las coberturas, maderas muertas y briofitas aumentaron considerablemente, mientras que la regeneración, germinación y establecimiento estaban virtualmente ausentes en las áreas pastoreadas. Knowles y Witkowski (2000), estudiaron a *Euphorbia barnardii* (arbusto suculento, endémico de

África del Sur) y el efecto del ganado vacuno y caprino en su estructura; estos ramoneadores afectan las partes terminales, provocando una disminución en la reproducción y aumento en la susceptibilidad a contraer enfermedad por bacterias.

2.3.- ESTRUCTURA POBLACIONAL.

La estructura de una población es la descripción estática de cómo se encuentran distribuidos los organismos por clases, llámeseles edades, tallas o estadios de desarrollo. El conocimiento de la estructura poblacional de una especie es importante, ya que indica como está compuesta una población vegetal; también puede indicar las variaciones como resultado de la acción de fuerzas bióticas y abióticas a las que están expuestas los individuos de una población. Y finalmente la estructura de una población es el reflejo de las oportunidades de reclutamiento y mortalidad en eventos pasados (Hutchings, 1991).

2.4.- ESTUDIOS ACERCA DE *Lysiloma divaricata*.

A pesar de que *Lysiloma divaricata* es una especie de amplia distribución en las selvas bajas de México y Centroamérica, existen pocos trabajos sobre su ecología, entre los cuales podemos encontrar estudios de la germinación de esta especie bajo diversas parcelas de estudio, en donde se midió el pH, temperatura, humedad, sombra y luz solar, aplicación técnicas de excoiación en la semilla por calor y desgaste de la testa con HCL (ácido clorhídrico y mecánico (lija), concluyendo que en comparación con otras especies de leguminosas, las semillas de esta especie rompen su estado de latencia más rápido y sin ningún tratamiento de excoiación, ya que presenta una testa muy delgada (Cervantes *et al.*, 1996). Esta especie muestras altos porcentajes de germinación,

emergencia, establecimiento y sobrevivencia de juveniles en suelos con altos contenidos de carbonato de calcio (CaCO_3) al igual que en sitios sombreados (Goldberg, 1985). Asimismo existen trabajos de la importancia de esta especie en la estructura vegetal de las diversas comunidades biológicas de México, como aquéllas de la reserva de la biosfera “Sierra de La Laguna” en Baja California Sur (Morelos, 1988; León de la Luz *et al.*, 1988; León de la Luz y Domínguez-Cadena 1989; Arriaga y León de la Luz, 1989; Breceda, 1994; León de la Luz *et al.*, 1999), en La Montaña en Guerrero (Cervantes *et al.*, 1996, 1998) y en la Sierra Madre Noroccidental en Sonora (Goldberg, 1985). Entre los estudios que reportan al mauto como una especie consumida por el ganado, están los de Arriaga y Cancino (1992) y Ortiz-Ávila (1999), mientras que Susano (1981) reporta un porcentaje de consumo de la planta del 20%, en donde se aprovechan las ramillas y las vainas, que se consumen principalmente en épocas de escasez de forraje.

2.5.- SITUACIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE.

Familia: Leguminosae, (Mimosoideae).

Nombre de la especie: *Lysiloma divaricata* (Jacq.) J. F. Macbride, Contr. Gray Herb. 59: 6, 1919.

Mimosa divaricata Jacq., Pl. Hort. Scönbr. 3: 76, 1798.

Acacia divaricata Willd., Sp. Pl. 4: 1070, 1806.

Lysiloma ortegae Britt. & Rose, N. Amer. Fl. 23: 82, 1928.

Lysiloma cayucensis M. E. Jones, Contr. West. Bot. 18: 39, 1933.

Nombre común: mauto, quebracha, manta.

Árbol de hasta 15 m de altura; presenta un tronco con una corteza de color que va del grisáceo al marrón-grisáceo, papironacea; sus ramas se distribuyen en un extenso dosel; presenta hojas bipinadas que van de 4 a 12 pares, pequeñas y de color verde

oscuro, forma linear-oblonga; las flores son de color blanco, pequeñas y forman una cabezuela; la floración se presenta en los meses de julio a septiembre; las vainas son pequeñas y retorcida en espiral, parecidas al de palo blanco *Lysiloma candida*. Se desarrolla en altas elevaciones de la sierra de la Giganta y en la región del Cabo en el estado de Baja California Sur, dominando las mesetas y montañas, especialmente por arriba de los 300 m.s.n.m; se desarrolla en la porción central de Sonora, Morelos, Veracruz y Oaxaca y también la encontramos en Costa Rica y Nicaragua (Roberts, 1989) (fig. 1a, b, c, d).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 1.- Fotos de *Lysiloma divaricata* tomadas en la sierra de La Laguna. En las fotos a y d se muestran individuos adultos que presentan un desarrollo morfológico característico de la especie. La foto b muestra la corteza papironacea, característica de los individuos adultos, la cual se utilizaba en el pasado para teñir las pieles de un tono rojizo. La foto c muestra las vainas retorcidas en espiral, las cuales el ganado consume.

3.- OBJETIVOS.

3.1.- OBJETIVO GENERAL.

- Analizar el efecto del ramoneo de ganado vacuno y de su exclusión en las relaciones alométricas y la estructura poblacional de los individuos de *Lysiloma divaricata*, tomando como criterio las variables morfológicas de altura, cobertura vegetal y diámetro basal.

3.2.- OBJETIVOS PARTICULARES.

- Se Analizan las relaciones alométricas de altura-cobertura, altura-diámetro basal y cobertura-diámetro basal de los individuos de *Lysiloma divaricata* sometidos a presión de ramoneo y su exclusión y determinar las relaciones que se ven más afectadas por este efecto.
- Se Analiza la estructura poblacional por altura y diámetro basal de los individuos de *Lysiloma divaricata* entre las dos condiciones de estudio y determinar las clases que se ven más fuertemente afectadas por el ramoneo.
- Con base en los objetivos planteados anteriormente, determinar si las relaciones alométricas y la estructura por altura y diámetro basal son indicadores confiables de impacto por actividades de ganado vacuno, principalmente por el ramoneo.

4.- ZONA DE ESTUDIO.

La reserva de la biosfera “Sierra de La Laguna” se localiza en el extremo sur de la península de Baja California, en el área conocida como región del Cabo. Es en esta serranía donde se ubica la zona de estudio ($23^{\circ} 30' 01''$ N y $109^{\circ} 49' 36''$ O) a una altura de 490 m. s. n. m., en las proximidades del rancho Casas Viejas sobre la vertiente oriental, en el cañón de la Zorra de Guadalupe (Figura 2).

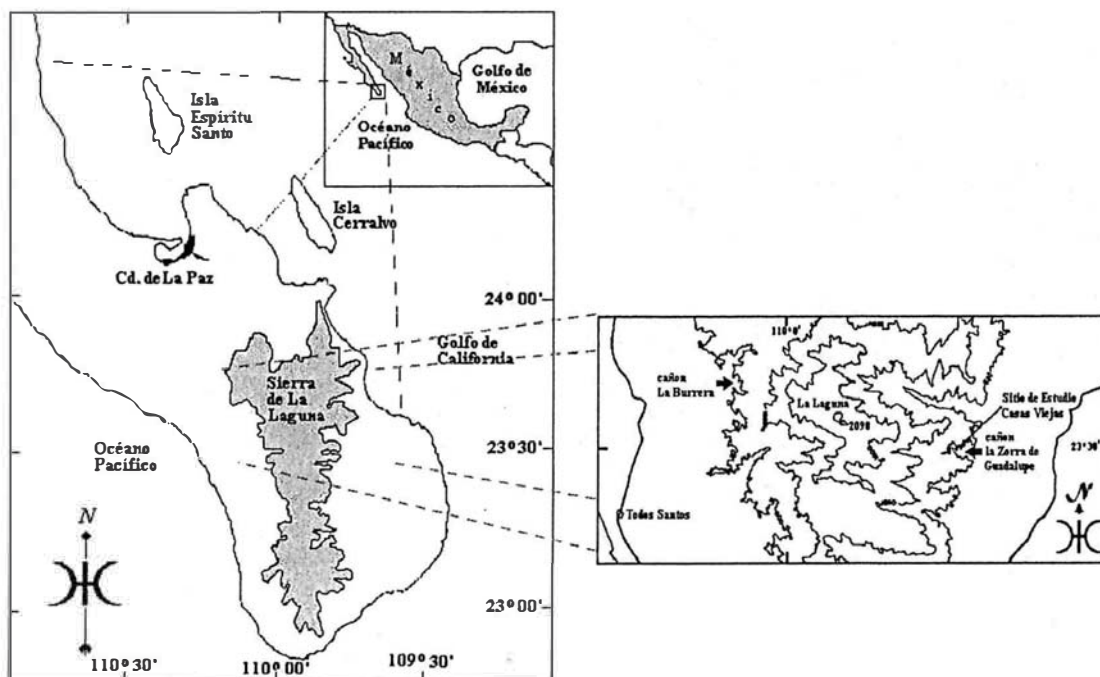


Figura 2.- Ubicación de la reserva de la biosfera “Sierra de La Laguna” (izquierda) y parcelas de estudio (derecha) en la selva baja caducifolia en la región del Cabo en Baja California Sur, México.

La zona de estudio registra un clima de tipo BSohw(w): clima seco semicálido con lluvias en verano (García, 1973. Modificado de la clasificación de Koeppen), con una temperatura media anual de 23.5°C . Enero es el mes más frío con una temperatura promedio de 16.9°C y julio el más caluroso con 29.8°C . La precipitación total anual es

de 303.1 mm, siendo los meses de verano los más lluviosos, presentando 8 meses de sequía (los datos son de la estación meteorológica de Santiago, ubicada a unos 15 km de la zona de estudio). El suelo es de tipo regosol eútrico en fase lítica y de consistencia suelta a cualquier grado de humedad, presentando adhesividad y plasticidad nulas. Su principal característica es la de ser un suelo de poco desarrollo con más del 50 % de saturación de bases, aunque puede derivarse de muy diferente material parental; este suelo se ha formado directa o indirectamente de rocas graníticas, por lo que es de textura gruesa (Maya, 1991). La zona de estudio presenta una pendiente orientada hacia el noroeste, con una inclinación promedio del 30%.

**5.- LA ALOMETRÍA COMO CRITERIO DE IDENTIFICACIÓN DE
DISTURBIO POR ACTIVIDAD GANADERA EN UNA POBLACIÓN DE
Lysiloma divaricata (Jacq.) Macbr. "MAUTO" (LEGUMINOSAE) EN UNA
SELVA BAJA CADUCIFOLIA DEL NOROESTE DE MÉXICO.**

5.1.- RESUMEN.

Con base en los datos alométricos de altura, cobertura y diámetro basal obtenidos en una población de *Lysiloma divaricata*, especie vegetal que se desarrolla en la selva baja caducifolia de la reserva de la biosfera "Sierra de La Laguna" en Baja California Sur, México, se analizan y comparan las relaciones alométricas de esta especie en condiciones de exclusión y ramoneo por ganado vacuno y se utilizan estos criterios como parámetro indicador de impacto por actividad de ramoneo vacuno en la morfología de los individuos de esta especie, considerada importante desde el punto de vista económico y ecológico.

Las relaciones alométricas de los individuos de esta especie se ajustan a un modelo regresión RMA de tipo II (eje mayor reducido), en escala bilogarítmica y el coeficiente de correlación indica una relación positiva. Por otro lado, los intervalos de confianza indican que en la relación altura-cobertura no existen diferencias morfológicas entre los individuos de las dos condiciones, mientras que en las relaciones entre cobertura-diámetro y altura-diámetro, sí existen diferencias en la morfología de los individuos de esta especie entre las dos condiciones de estudio. La actividad del ganado vacuno tiene un efecto en la morfometría de los individuos, principalmente en la altura y cobertura vegetal, ya que el ramoneo intenso sobre los individuos les da un aspecto de bonsai, individuos pequeños con diámetros relativamente grandes, mientras que en la condición de exclusión se desarrollan individuos altos, con ramas largas y doseles estrechos que les da una apariencia de arbusto.

PALABRAS CLAVES: *Lysiloma divaricata*, mauto, alometría, ramoneo vacuno, selva baja caducifolia, sierra de La Laguna, Baja California Sur, México.

5.2.- INTRODUCCION.

Las relaciones alométricas entre distintas parte de los organismos han sido de gran interés para diversos investigadores, quienes se han enfocado a entender los patrones de estas relaciones y sus consecuencias adaptativas y evolutivas. Una de las relaciones más comunes presenta la forma de una ley de potencia o “*ecuación simple de alometría*” ($Y = a * X^b$), descrita por Huxley (1932); esto es, los valores medidos dependen de una resolución en la cual la propiedad de esta relación está medida como una escala exponencial; ésta puede tomar diversos valores dependiendo de la relación alométrica que se este estudiando. Niklas (1994) en su libro realiza una extensa descripción del estudio de la alometría en plantas y afirma que existen diversos métodos para calcular estas relaciones alométricas.

Los avances que se han tenido en el estudio y aplicación de la alometría han permitido que ésta sea utilizada también como indicador de disturbios humanos; por ejemplo, Stirling *et al.* (1998) encontraron que el aumento en la concentración de CO₂ (en condiciones controladas) propició el aumento en la biomasa total de cinco especies de plantas anuales (25%), mientras que el aumento de temperatura tuvo un efecto mínimo en la masa de la raíz, pero incrementó el crecimiento de renuevos en un 43% y el área de la hoja en 22%, afectando la estructura fractal del organismo. Sin embargo, no encontraron ningún cambio en la relación alométrica en el crecimiento de raíces y renuevos en ninguno de los dos tratamientos: CO₂ o temperatura.

En este contexto el presente trabajo es una aportación en el uso de la alometría como indicador de disturbios humanos, en este caso por el efecto del ramoneo por ganado vacuno y su exclusión, realizando una comparación en la morfología de los individuos de *Lysiloma divaricata* en estas dos condiciones de estudio, en donde se

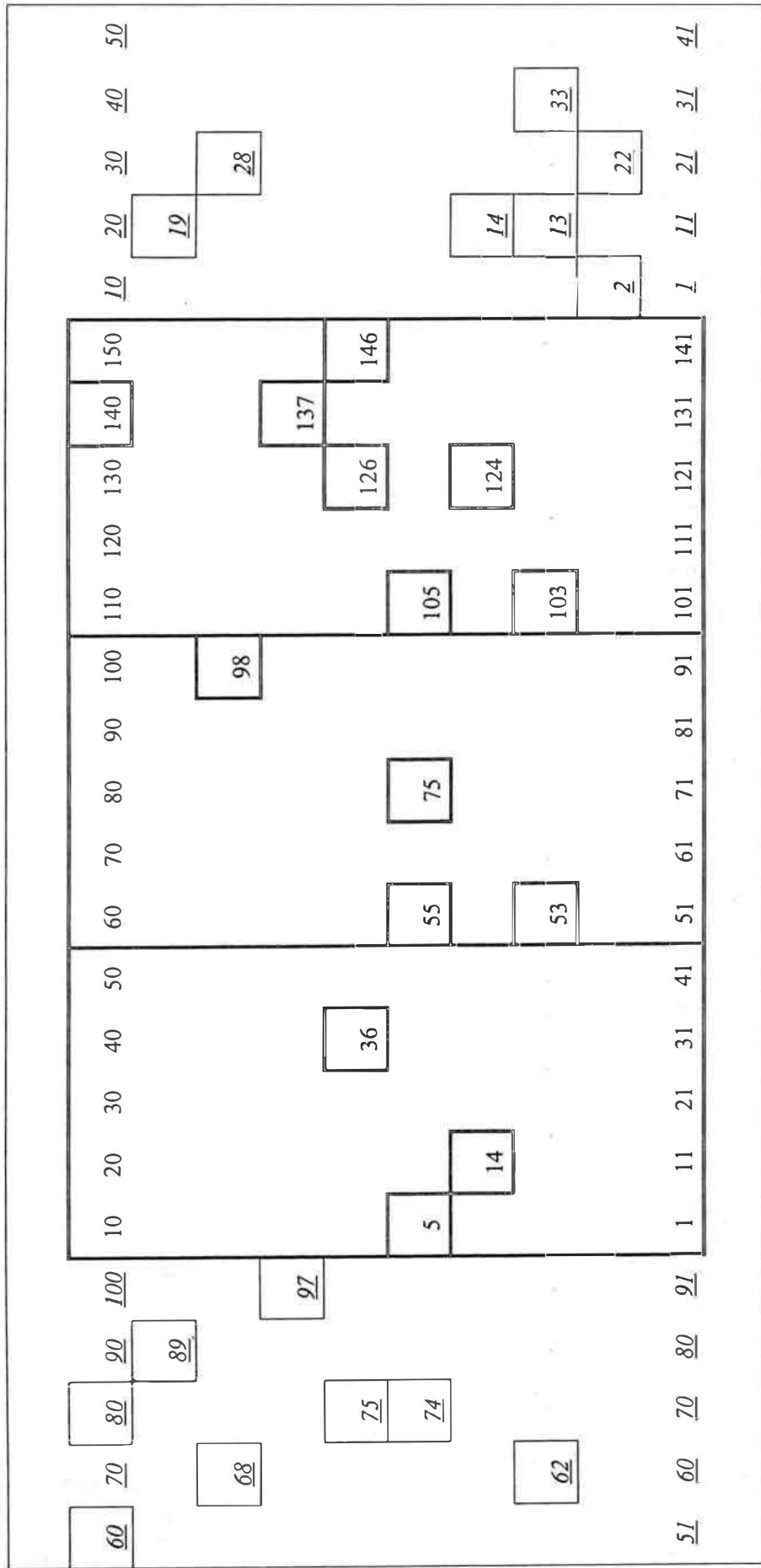
utilizaron tres parámetros morfológicos como indicadores de disturbio, los cuales son: altura, cobertura y diámetro basal. De acuerdo con lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente hipótesis: existen diferencias significativas en la morfometría de los individuos de *L. divaricata*, en dos condiciones de estudio en la selva baja caducifolia de la reserva de la biosfera “Sierra de La Laguna”.

5.3 .- MATERIALES Y MÉTODOS.

5.3.1.- TRABAJO DE CAMPO.

El trabajo se llevó a cabo en el mes de septiembre de 1999, en dos parcelas experimentales contiguas, cada una de 1.5 ha: una parcela de exclusión al ganado vacuno desde hace 12 años y la otra parcela sujeta a pastoreo extensivo.

En cada parcela se tomaron al azar 15 cuadrantes permanentes y dispuestos al azar de 10 x 10 m (figura 3), en donde se registraron todos los individuos de *Lysiloma divaricata*, a los que se les midió la altura (cm) desde la base del tronco hasta el extremo superior del dosel vegetal; para esto se utilizaron cintas métricas y para individuos mayores se utilizó una regla telescópica (la medición se efectuó junto al individuo). La cobertura vegetal (cm²) se midió tomando en cuenta el diámetro mayor y el menor de una elipse imaginaria que representaba la imagen del dosel vista a nivel del suelo; para esto se utilizaron cintas métricas, posteriormente se estimó su área con la fórmula de la elipse: $C = (\pi) (D_1) (D_2) (0.25)$, donde D_1 es el diámetro mayor y D_2 el diámetro menor de la cobertura vegetal. El diámetro basal (cm) se midió con vernier para los diámetros pequeños y para diámetros grandes con cintas diamétricas (Anexo 1).



- Parcela de exclusión. 1.5 ha Cuadrantes permanentes de 10 x 10 m. Parcela de exclusión.
- Parcela de Pastoreo. 1.5 ha. Cuadrantes permanentes de 10 x 10 m. Parcela de pastoreo.

Figura 3.- Esquema de las parcelas de estudio en la selva baja caducifolia; estas parcelas se ubican cerca del rancho de Casas Viejas sobre la vertiente oriental, en el cañón de la Zorra de Guadalupe en la reserva de la biosfera "Sierra de La Laguna.". A cada cuadrante se le asignó un número, con el fin de facilitar el registro de los individuos y posición dentro de las parcelas.

5.3.2.- ANALISIS ESTADISTICO.

Con el objeto de analizar y comparar la relación entre las diferentes variables alométricas de altura, cobertura y diámetro basal bajo las dos condiciones estudiadas (pastoreo y exclusión), se realizó un análisis de regresión de tipo II: RMA (eje mayor reducido) y correlación (r) para el modelo linealizado: $\text{Log } Y = \log a + b \log X$ (donde X y Y son las variables morfológicas, b es la pendiente de la recta y a es la ordenada al origen). El análisis se llevó a cabo en la hoja de cálculo Excel 97 para Windows y Statgraphics ver 1.4 para Windows.

5.3.2.1.- MODELO DE REGRESIÓN TIPO II: RMA (Eje mayor reducido).

En los análisis de escalas es cada vez más común encontrar los modelos de regresión de RMA, ya que en los modelos de regresión de tipo lineal y potencia (los más utilizados para los análisis de escala), se utiliza una variable independiente contra una dependiente. El modelo RMA se emplea en análisis de escala aún cuando las variables están medidas en las mismas unidades, se emplea cuando no existe una variable independiente, cuando las dimensiones y los tamaños difieren. RMA estandariza las variables antes de que la pendiente sea analizada (Niklas 1994, Rich *et al.*, 1986). El análisis de RMA es el mejor estimador de la pendiente de la regresión lineal cuando no se tienen variables dependiente, es decir que cada variable esta sujeta a variación natural y no estan bajo un control experimental.

Las ecuaciones para calcular la pendiente b y la ordenada al origen a , en el modelo de regresión RMA (Niklas, 1994) son:

$$\alpha_{\text{RMA}} = \left(\frac{\sum y_1^2}{\sum y_2^2} \right)^{1/2}$$

Donde:

α_{RMA} = RMA de la pendiente.

Σy_1^2 = suma de cuadrados de los valores de Y_1

Σy_2^2 = suma de cuadrados de los valores de Y_2

Para obtener β_{RMA} :

$$\beta_{RMA} = \bar{Y}_1 - \alpha_{RMA} * \bar{Y}_2$$

Donde:

β_{RMA} = RMA de la ordenada al origen.

\bar{Y}_1 = la media de Y_1 .

\bar{Y}_2 = la media de Y_2 .

5.4.- RESULTADOS.

En el cuadro I se presentan los resultados de los análisis de regresión RMA y sus intervalos de confianza, mientras que en las figuras 4a, 4b y 4c se muestran las gráficas de las relaciones alométricas para cada condición de estudio. De acuerdo a estos resultados, el modelo de regresión RMA indica que las relaciones alométricas de altura-diámetro y cobertura-diámetro entre la parcela de exclusión y pastoreo son distintas (los intervalos de confianza no se sobreponen). Como resultado de estas diferencias se presentan dos efectos: el efecto bonsai y el efecto arbusto. El primero se presenta en la parcela de pastoreo en algunos individuos de mauto, los cuales tienen una cobertura vegetal reducida, ya que se observaron marcas de mordisqueo en las ramas; el crecimiento vertical se interrumpe, mientras que el crecimiento del diámetro basal continúa, ya que el ganado no se lo come (Obs. per.); por esto los individuos toman la forma de un árbol pequeño: individuos de tallas cortas con grandes diámetros basales. El segundo efecto se observa en la parcela de exclusión al pastoreo desde hace 12 años; como resultado de esta exclusión se favorece el crecimiento en la altura de algunos individuos; las ramas crecen a partir de un tronco reducido y en algunos casos desde el suelo, presentando poca cobertura vegetal (Fig. 5 a y b).

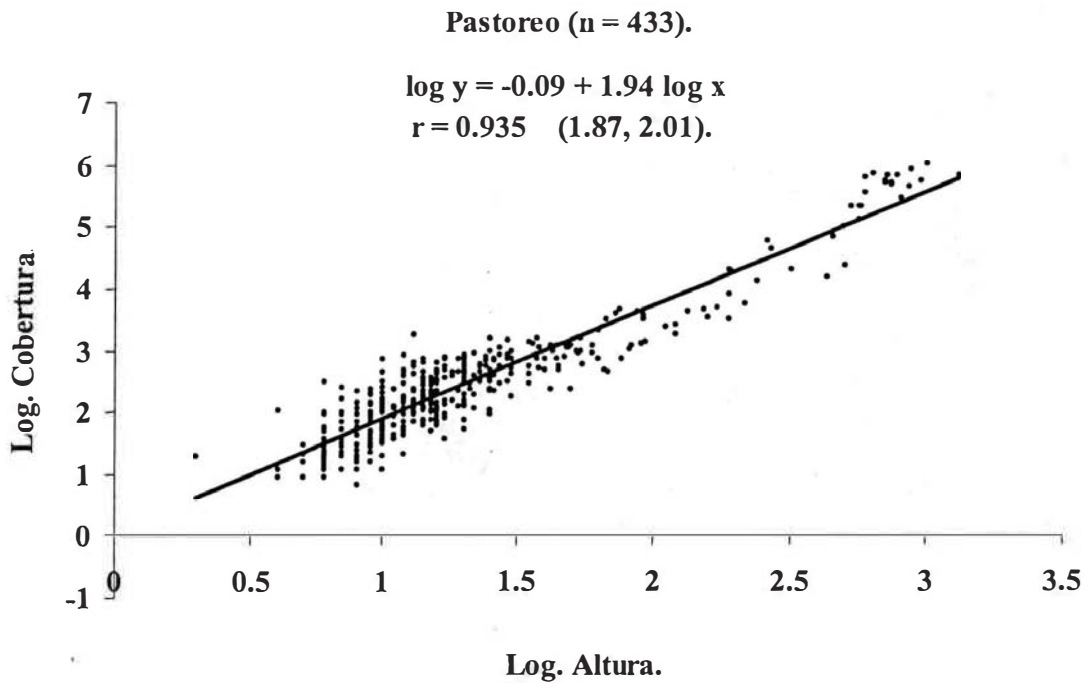
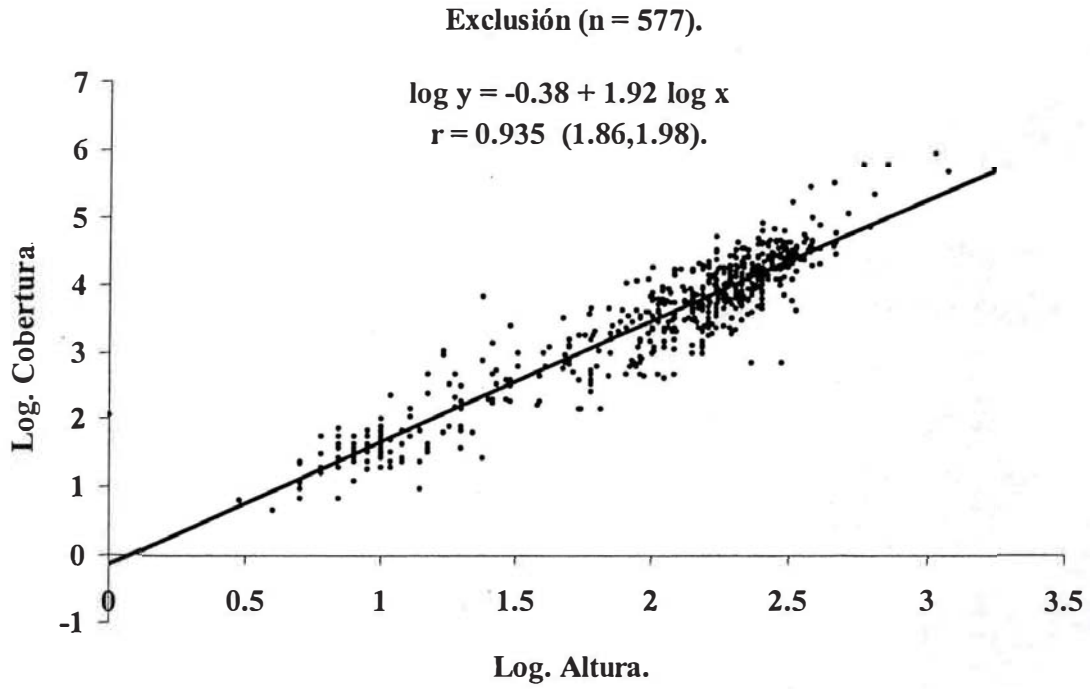


Figura 4a.- Gráficas en escala logarítmica para la relación alométrica de altura-cobertura.

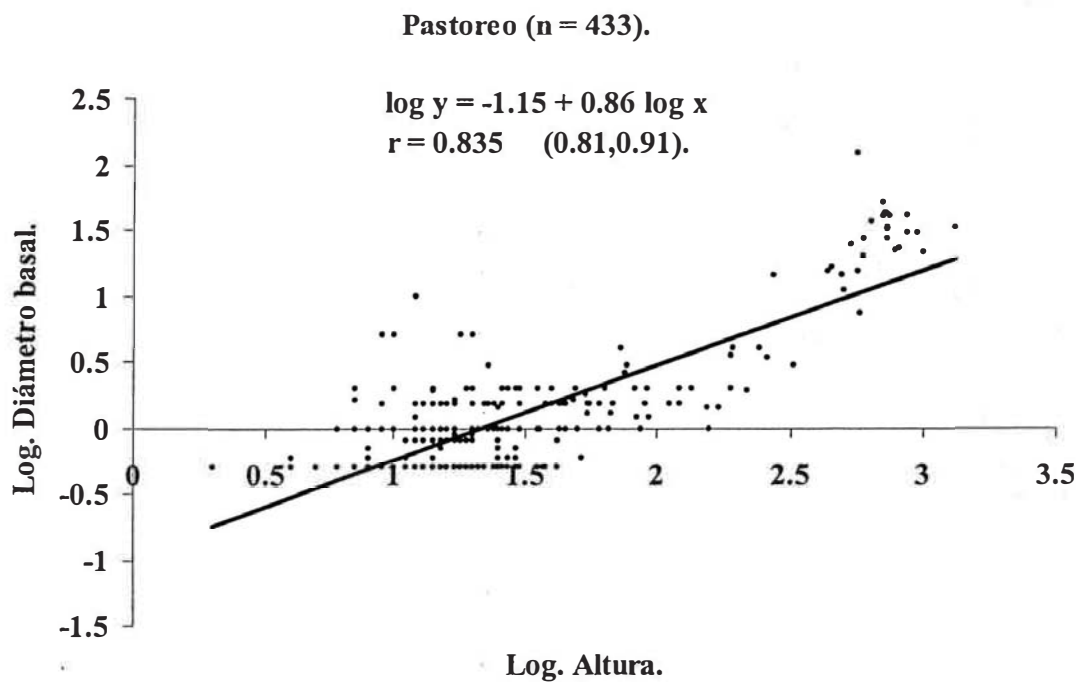
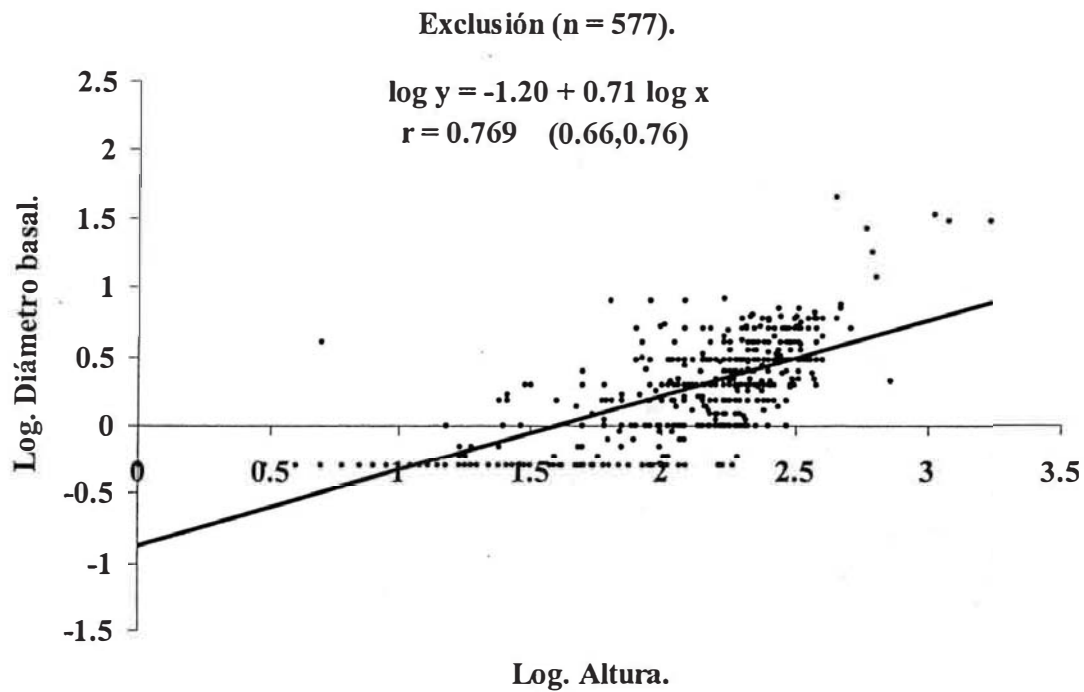


Figura 4b.- Gráficas en escala logarítmica para la relación alométrica de altura-diámetro basal.

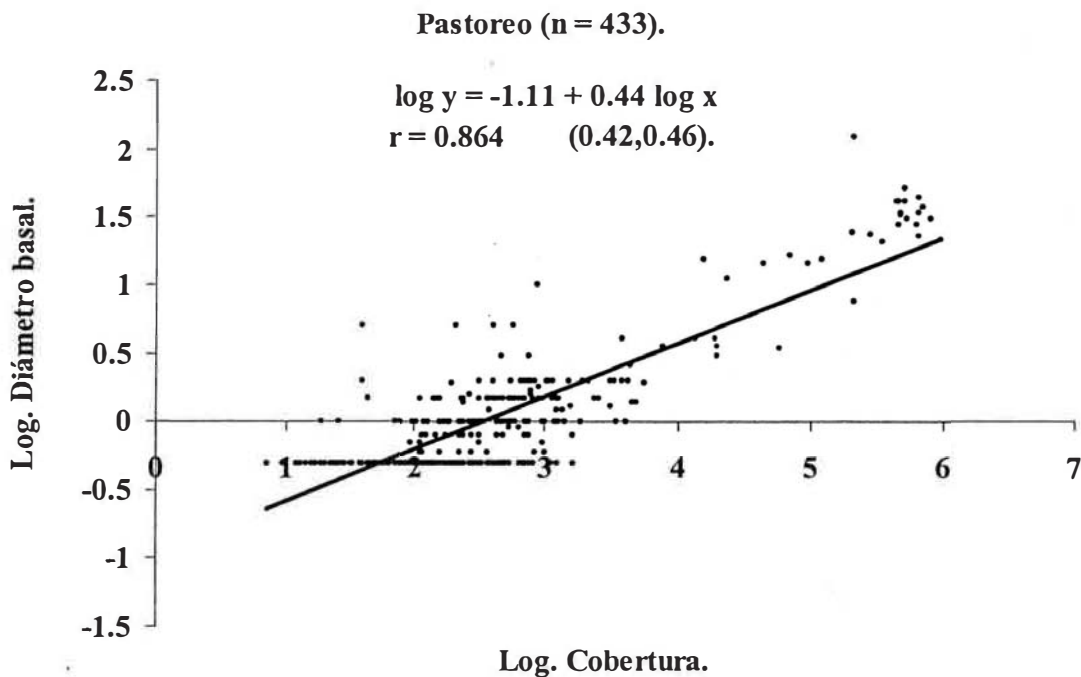
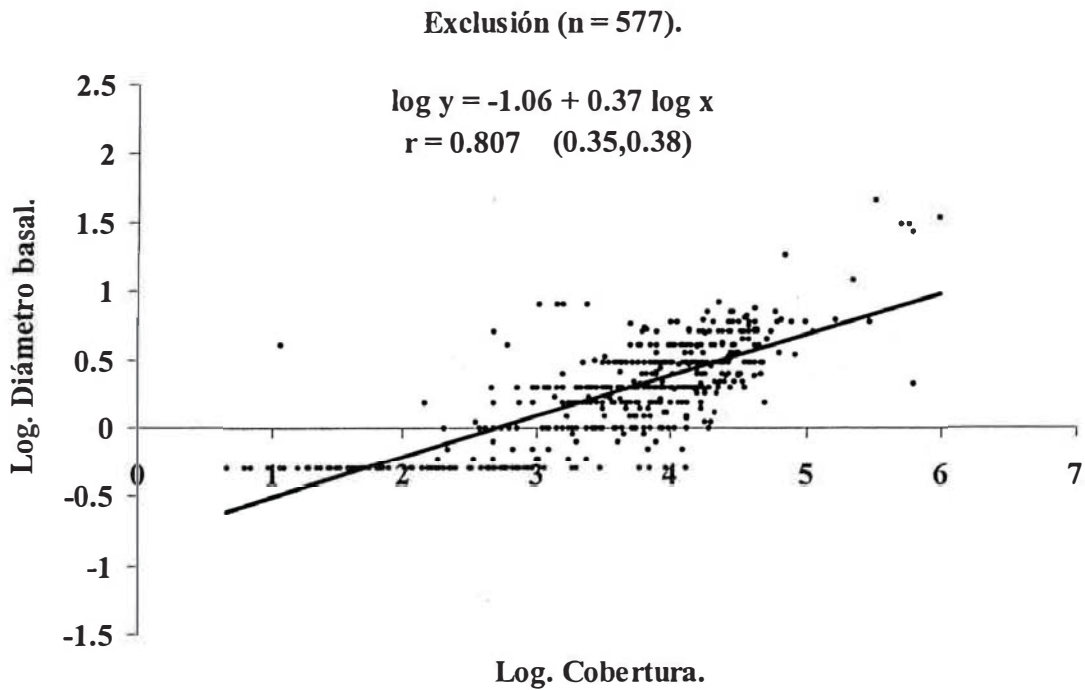


Figura 4c.- Gráficas en escala logarítmica para la relación alométrica de cobertura-diámetro basal.

Cuadro I.- Resultados del modelo de regresión RMA (Reducción del eje mayor) y correlación e intervalos de confianza de la pendiente del modelo RMA.

Parcela de exclusión. n = 577.				
Relación (X Y)	Modelo (RMA)	r	Intervalos de confianza de la pendiente a 95%	
			Inf.	Sup.
Altura-cobertura	$\text{LogY} = -0.38 + 1.92 \text{ LogX}$	0.935	1.86	1.98
Altura-diámetro	$\text{LogY} = -1.20 + 0.71 \text{ LogX}$	0.769	0.66	0.76
Cobertura-diámetro	$\text{LogY} = -1.06 + 0.37 \text{ LogX}$	0.807	0.35	0.38

Parcela de pastoreo. N = 433.				
Relación (X Y)	Modelo (RMA)	r	Intervalos de confianza de la pendiente a 95%	
			Inf.	Sup.
Altura-cobertura	$\text{LogY} = -0.09 + 1.94 \text{ LogX}$	0.935	1.87	2.01
Altura-diámetro	$\text{LogY} = -1.15 + 0.86 \text{ LogX}$	0.835	0.81	0.91
Cobertura-diámetro	$\text{LogY} = -1.11 + 0.44 \text{ LogX}$	0.864	0.42	0.46



(a)



(b)

Figura 5.- Individuos de mauto que presentan los efectos: (a) bonsai en la parcela de pastoreo y (b) arbusto en la parcela de exclusión.

5.5.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

La actividad de ramoneo por ganado vacuno tiene un efecto de perturbación en las relaciones alométricas en la población de *Lysiloma divaricata* en la selva baja caducifolia de la reserva de la biosfera "Sierra de La Laguna". Los intervalos de confianza indican que existen diferencias significativas en las relaciones de altura-diámetro y cobertura-diámetro, no así en la de altura-cobertura. Como producto de estos cambios se observa un efecto "bonsai" en algunos individuos sujetos a la acción del ganado vacuno, ya que el constante e intenso ramoneo sobre su cobertura vegetal provoca que el crecimiento en la altura se interrumpa, mientras que el diámetro basal continúa creciendo, ya que el ganado no lo consume. Por otro lado, en la parcela de exclusión algunos individuos se desarrollan como arbustos, ya que no presentan un tronco principal bien definido y éste es muy corto; esta característica se presenta debido a que antes de la exclusión estuvieron sometidos al ramoneo; sin embargo, después de la exclusión (12 años) a partir de ese tronco reducido empezaron a crecer ramas largas, las cuales forman un dosel reducido (Fig. 5 a y b). Cabe señalar que se encontraron individuos en la condición de pastoreo que no están afectados por el ramoneo, debido a que se establecieron y crecieron en áreas inaccesibles al ganado; por ejemplo sitios con vegetación muy cerrada, junto a especies que desarrollan espinas o simplemente por que crecieron a una altura en la que los meristemas apicales no son alcanzados por el ganado, permitiendo así su crecimiento libre.

El resultado de este trabajo nos permite deducir que la alometría puede ser empleada como criterio para identificar disturbios por actividades ganaderas; estos disturbios se observan principalmente en las partes vegetativas del individuo. Por ejemplo, en otros estudios, como resultado de este disturbio la producción de flores,

vainas y semillas disminuye (Susano, 1981; Belsky, 1986; Escós *et al.*, 1997; Mwendera *et al.*, 1997; Belsky *et al.*, 1999; Smith, 1999; Escós *et al.*, 2000).

Los resultados de este estudio son similares al trabajo de Escós *et al.*, (1997) en donde se analiza el efecto del ramoneo por ganado de ovejas y cabras y su exclusión sobre la alometría de *Anthyllis cytisoides* (leguminosa). El análisis de este trabajo se basa en las relaciones del diámetro de la rama y la longitud del internodo contra el orden de aparición de estas estructuras a través del tiempo. Ellos concluyen que el pastoreo moderado altera estas relaciones, ya que la longitud del internodo disminuye con relación al crecimiento del diámetro de la rama, provocando un incremento en la complejidad del crecimiento y arreglo de las ramas (complejidad fractal). Como resultado de este efecto se promueve el crecimiento de la biomasa y disminuye la producción de flores y semillas.

Los estudios que incluyen áreas bajo el efecto de ramoneo por ganado y su exclusión han sido de gran importancia e interés en estudios tanto de poblaciones, como estudios de comunidades. Los resultados que se han obtenido al comparar dichas áreas han servido para demostrar que el ganado afecta: la composición, la riqueza, la abundancia, la diversidad, la estructura y dinámica de especies vegetales que se desarrollan en zonas tropicales (Uhl *et al.*, 1988), templadas (Collins, 1987; Pucheta *et al.*, 1992; Green y Kauffman, 1995; Pettit y Froend, 1998; Latham y Blackstock, 1998), áridas y semiáridas (Roundy y Jordan, 1988; Adler y Lauenroth, 2000). Sin embargo, a pesar de que la destrucción de las selvas tropicales húmedas recibe mucha atención, los bosques tropicales secos se encuentran aun más amenazados y en peligro por las actividades humanas principalmente por la actividad de pastoreo (Murphy y Lugo, 1986; Janzen, 1988). La exclusión de ungulados ramoneadores es frecuentemente

considerada un paso clave hacia la protección de estos ecosistemas, pero son pocos los estudios al respecto y más aun estudios a largo plazo en zonas tropicales húmedas (Cabin *et al.*, 1999).

Es importante que en los estudios de la estructura de poblaciones vegetales se utilicen variables morfológicas que sean medibles y/o contables, como la altura, cobertura vegetal y diámetro basal, ya que por sí solas aportan información acerca de las presiones medioambientales y por actividades antropogénicas, como es el disturbio por actividades ganaderas, que en algunas regiones se presenta como un problema grave y que afecta procesos morfológicos y fisiológicos y por lo tanto el desarrollo y adaptación de las poblaciones vegetales a su entorno.

6.- EFECTO DEL RAMONEO POR GANADO VACUNO EN UNA POBLACIÓN DE *Lysiloma divaricata* (Jacq.) Macbr. "MAUTO" (LEGUMINOSAE) EN UNA SELVA BAJA CADUCIFOLIA DEL NOROESTE DE MÉXICO.

6.1.- RESUMEN.

Con base a los datos de las mediciones de altura y diámetro basal obtenidos en una población de *Lysiloma divaricata*, especie vegetal que se desarrolla en la selva baja caducifolia de la reserva de la biosfera "Sierra de La Laguna" se tiene como objetivo principal: analizar y comparar la estructura poblacional de esta especie en condiciones de exclusión y ramoneo por ganado vacuno.

La distribución de frecuencias de altura y diámetro basal, para ambas condiciones, es de tipo J invertida (exponencial negativa) y que es común observar en estudios poblacionales. Esta distribución indica que en la estructura poblacional de mauto, la mayor abundancia de individuos esta en la primera clase tanto en altura como diámetro basal. Sin embargo los resultados de la prueba estadística de χ^2 y residuales ajustados indican que existen diferencias significativas en las frecuencias estandarizadas de las clases de altura y diámetro basal entre los tratamientos estudiados.

Al comparar la estructura de tallas de altura y diámetro basal entre las dos condiciones de estudio se obtuvo una mayor abundancia de individuos con alturas de < 50 cm y diámetros basales < 0.5 cm en la condición de pastoreo, en tanto que en la condición de exclusión la abundancia de individuos con alturas entre los 51 a 600 cm y con un diámetro basal entre los 0.5 a 6.5 cm es mayor que en la condición de pastoreo. Estos resultados indican que el ramoneo por ganado vacuno afecta la estructura de tallas de la población de mauto, obteniéndose una mayor abundancia de plántulas y juveniles en el tratamiento con pastoreo, así como una mayor abundancia de individuos de tallas mayores en el tratamiento de exclusión al pastoreo.

PALABRAS CLAVES: *Lysiloma divaricata*, estructura poblacional, ramoneo vacuno, selva baja caducifolia, sierra de La Laguna, Baja California Sur, México.

6.2.- INTRODUCCIÓN.

Alrededor del 40 % de las zonas tropicales y subtropicales del mundo están dominadas por bosques abiertos o cerrados; de éstos el 42 % son bosques o selvas bajas caducifolias (Holdridge, 1967; Brown y Lugo, 1982). Este tipo de vegetación se encuentra sometida a diversas actividades humanas, entre las que se practican: la agricultura, la ganadería, el aprovechamiento de especies de importancia maderable e industrial y la tala de especies que se utilizan principalmente para la construcción y como combustible (Murphy y Lugo, 1986; Breceda, 1994).

En la península de Baja California la selva baja caducifolia se encuentra únicamente en la región del Cabo, ubicada en el extremo sur de la península; esta selva se desarrolla principalmente en las laderas de la sierra de La Laguna (figura 6). En esta serranía se desarrollan diversas actividades humanas entre las que se destacan la actividad ganadera, principalmente de ganado bovino; esta actividad tiene un efecto en la vegetación, ya que existe una sobreexplotación de este recurso (Arriaga y Cancino, 1992).

Lysiloma divaricata es una de las 102 especies consumidas por el ganado vacuno (Arriaga y Cancino, 1992); además de ser una de las especies más abundantes (Arriaga y León de la Luz 1989; Breceda, 1994); esta especie es aprovechada en la construcción de bardas, potreros, cercos, casas y como combustible (Breceda *et al.*, 1992). Sin embargo, pese a la importancia de esta especie no existen estudios de la estructura poblacional del mauto.

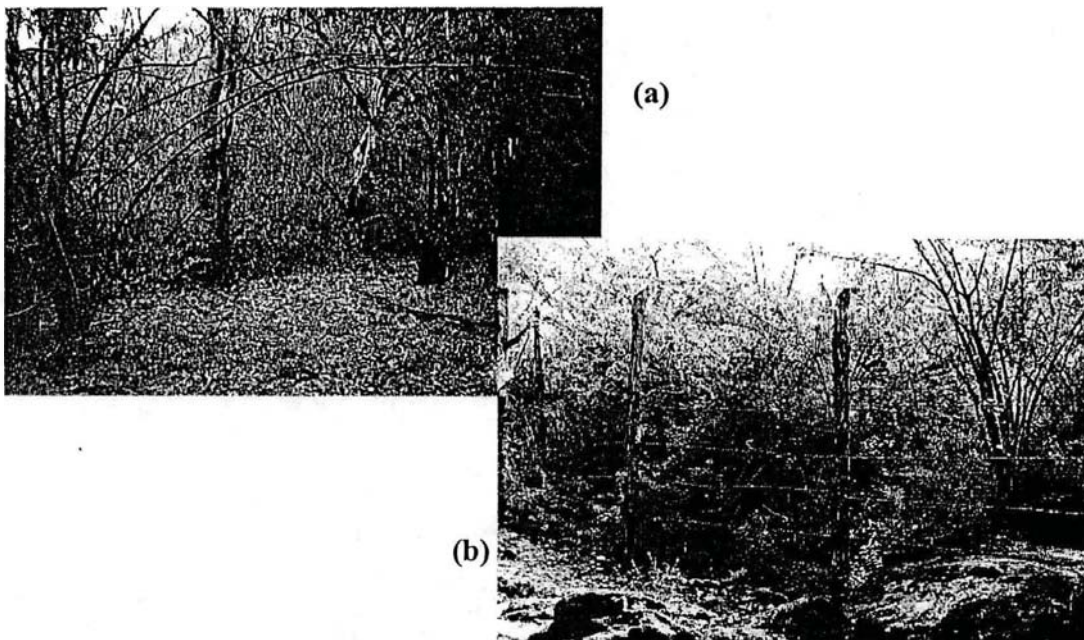
Debido a la importancia ecológica y económica que esta especie representa en la sierra de La Laguna, el objetivo principal de este estudio es evaluar el efecto del ramoneo por ganado vacuno en la estructura poblacional y detectar las clases por tallas

de altura y diámetro basal más afectadas en caso de presentarse dicho efecto. Para lograr este objetivo se llevaron a cabo muestreos bajo dos condiciones de estudio: parcela de exclusión al pastoreo durante 12 años y parcela sometida a pastoreo libre y extensivo.

6.3.- MATERIALES Y MÉTODOS.

6.3.1.- TRABAJO DE CAMPO.

El trabajo se llevó a cabo en el mes de septiembre de 1999, en dos parcelas experimentales contiguas: una expuesta a la actividad de ganado de forma libre y extensiva y la otra parcela de exclusión a esta actividad desde hace 12 años (Fig. 6 a, b, c y d). En cada parcela se tomaron al azar 15 cuadrantes permanentes de 10 x 10m en donde se llevó a cabo un censo de los individuos de *Lysiloma divaricata*, registrándose la altura (cm) desde la base del tronco hasta el extremo superior del dosel vegetal, para lo que se utilizaron cintas métricas y para individuos mayores, una regla telescópica (la medición se efectuó junto al individuo). El diámetro basal (cm) se midió con vernier para los diámetros pequeños y para diámetros grandes con cintas diamétricas.





(c)



(d)

Figura 6 (a, b, c, y d).- Las fotos a y b (página anterior) muestran la condición de exclusión, la cual esta protegida por un cerco de alambre; en las fotos se observa que el sotobosque está cubierto principalmente por herbáceas perennes y algunos arbustos. La foto c muestra la condición de pastoreo, mientras que en la foto d se muestra el corral del rancho el Vergelito (ubicado como a 1 km de las parcelas de estudio), en ambas fotos se observa que el sotobosque carece de herbáceas perennes y pequeños arbustos.

6.3.2.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para establecer los intervalos de talla por altura y diámetro basal se tomaron en cuenta varios criterios:

1. Que las clases incluyeran individuos en ambas condiciones de estudio.
2. Que las clases de menores tallas incluyeran plántulas (individuos con cotiledones), con alturas \leq a 10 cm y $<$ 0.5 cm de diámetro basal y juveniles (que no presentaran estructuras reproductivas) con alturas \geq 10 cm y \leq 50 cm y un diámetro \geq 0.5 cm y \leq 2.5 cm.
3. Para las clases de mayor altura, se utilizó la descripción de la estructura vertical de la comunidad (Breceda, 1994) que describe tres estratos: el primero representado por arbustos y árboles bajos con alturas que oscilan entre los 2 y 6 metros. Un segundo estrato lo componen individuos con tallas entre los 6 y 8 metros y un estrato emergente que incluye individuos de tallas mayores.
4. Para el diámetro basal, la primera clase se definió de acuerdo a los criterios establecidos en los puntos 1 y 2, respectivamente.
5. Para las otras clases se estableció un aumento de 2.5 cm. Por otro lado, se agruparon todos los individuos mayores a 6.5 cm de diámetro, los cuales son individuos adultos y los más grandes en diámetro basal (observaciones en campo).

Con base en estos criterios se eligieron cinco clases para ambas variables y dado que los intervalos de clase dentro de cada variable son de tamaños diferentes, se estandarizaron las frecuencias con el objeto de comparar dentro de cada variable la estructura de la población en cada tratamiento; para ello se eligió un intervalo estándar (t_x) tanto de altura como de diámetro basal. En ambos casos se consideró el tamaño del

intervalo de la menor clase, calculándose la frecuencia estandarizada con el siguiente algoritmo:

$$F_e = n_x (t_s / t_o)$$

Donde:

F_e = frecuencia estandarizada.

n_x = número de individuos observados en cada clase, para cada variable.

t_s = intervalo estandarizado. Para la altura = 10 cm y para el diámetro basal = 0.5 cm.

t_o = intervalo observado de cada clase, que a su vez es igual a $(t_x - t_{x-1})$. Donde: t_x = valor mínimo del intervalo y t_{x-1} = valor máximo del intervalo.

Con las frecuencias estandarizadas se compararon los intervalos de clase entre las parcelas de estudio para cada variable, utilizando el estadístico de prueba χ^2 (Everit, 1977; Zar, 1999). Este estadístico nos permitirá probar la H_0 = no existen diferencias significativas en las frecuencias estandarizadas de las clases de talla de altura y diámetro basal entre los tratamientos estudiados (Cuadro 4). El estadístico de prueba es:

$$\chi^2 = \sum_{y=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Donde:

i = es el enésimo renglón (frecuencias de clases).

j = es la enésima columna (condición de exclusión y pastoreo).

n = Frecuencia observada (ij).

E = Frecuencia esperada (ij).

E se obtiene:

$$E = n_{i.} * n_{.j} / N$$

Donde:

E = Frecuencia esperada.

$n_{i.}$ = Total de un renglón.

$n_{.j}$ = Total de una columna.

N = Total de la tabla de contingencia.

Con el fin de detectar las clases por altura y diámetro basal que marcan las diferencias entre las dos parcelas de estudio, se llevó a cabo el análisis de residuales ajustados (Everitt, 1977). Este procedimiento permite identificar las categorías (clases por altura y diámetro basal), las cuales dan un valor de χ^2 significativo. Los valores obtenidos de los residuales ajustados se comparan con un valor crítico de 1.96, que es 5 % de la desviación estándar normal. Los residuales ajustados se obtuvieron con base en la formula:

$$d_{ij} = \frac{e_{ij}}{\sqrt{v_{ij}}}$$

Donde:

d_{ij} = Residual ajustado

e_{ij} = Residual estandarizado, que se obtiene de la formula:

$$e_{ij} = \frac{(n_{ij} - E_{ij})}{\sqrt{E_{ij}}}$$

Donde:

e_{ij} = Residual estandarizado.

n_{ij} = Es la frecuencia observada en el enésimo renglón y la enésima columna en la tabla de contingencia.

E_{ij} = Es la frecuencia esperada en el enésimo renglón y la enésima columna en la tabla de contingencia.

$$v_{ij} = (1 - n_{i.} / N) (1 - n_{.j} / N)$$

Donde:

v_{ij} = Es un estimado de la varianza de e_{ij}

$n_{i.}$ = Es la frecuencia observada en el enésimo renglón.

$n_{.j}$ = Es la frecuencia observada en la enésima columna.

N = La suma total de los valores de la tabla de contingencia (Gran total).

6.4.- RESULTADOS.

Se muestran en el cuadro II los totales de abundancia para cada cuadrante, asimismo su media y desviación estándar en cada parcela de estudio para el mes de septiembre de 1999. De lo antes expuesto se puede resumir que para este censo se registraron un total de 996 individuos, de los cuales 577 están en la parcela de exclusión, mientras que 419 individuos se registran en la parcela de pastoreo.

Cuadro II.- Individuos registrados en los cuadrantes permanentes, en cada parcela de estudio, para el mes septiembre de 1999. Los valores para las parcelas de estudio están expresados en individuos/100 m².

Cuadrante 10 x 10 m	Parcela de exclusión	Parcela de pastoreo
1	19	12
2	126	46
3	7	5
4	25	32
5	116	59
6	34	14
7	66	11
8	28	1
9	5	70
10	4	17
11	71	19
12	22	23
13	13	37
14	24	27
15	17	46
n	577	419
Media	38.47	27.93
Desviación Estándar	38.79	20.17

En el Cuadro III, se muestran los resultados de las frecuencias observadas y estandarizadas para cada clase de altura y diámetro basal, para las dos parcelas de estudio. En este cuadro se muestra que la mayor frecuencia se da en la clase 1 tanto para altura, como diámetro. Esta clase esta formada por individuos que no pasan de los 10 cm de altura y con un diámetro < 0.5 cm y a medida que aumenta la talla la frecuencia va disminuyendo. Por otro lado, se presenta la figura 7, la cual muestra la distribución de frecuencia de altura y diámetro basal estandarizadas en ambas condiciones de estudio. Tanto en la condición de exclusión como pastoreo se presenta una distribución en forma de j invertida (exponencial negativa), la cual es característica de poblaciones, en donde las mayores densidades se presentan en las primeras clases de talla de altura y diámetro basal.

Dado que las frecuencias estandarizadas para la clase 5 en ambas condiciones resulto con valores iguales a cero, esta clase se eliminó del análisis de χ^2 . Los resultados obtenidos de la prueba de χ^2 con *g.l.* = 3 y una $p = 0.05$, se muestran en el Cuadro IV. Estos resultados indican que se rechaza la H_0 , por lo que las frecuencias estandarizadas de las clases de altura y diámetro basal presentan diferencias significativas en las dos condiciones de estudio. En el Cuadro V, se presentan los residuales ajustados para cada parcela de estudio, en donde se observa que tanto para altura como diámetro basal existen diferencias significativas entre ambos tratamientos en todas las clases analizadas. Al comparar las frecuencias estandarizadas entre ambas parcelas de estudio, se observa que en la parcela de pastoreo existe una mayor abundancia de individuos con alturas ≤ 50 cm y diámetros basales < 0.5 cm, mientras que en la parcela de exclusión las clases 3 y 4 de altura (≥ 51 y ≤ 600 cm) y las clases 2 a 4 (≥ 0.5 y ≤ 6.5 cm) en diámetro basal presentan comparativamente mayor abundancia de individuos con

respecto a la parcela de pastoreo. Estos resultados muestran que la acción del ramoneo de ganado vacuno afecta la altura y diámetro de los individuos; estos resultados confirman lo obtenido en el apartado anterior sobre las relaciones alométricas, en donde se concluye que unos de los efectos que produce el ramoneo sobre los individuos de esta especie son: individuos pequeños en altura y cobertura vegetal y con grandes diámetros basales, mientras que la exclusión del ramoneo favorece el crecimiento en forma arbustiva de los individuos.

Cuadro III.- Frecuencias observadas y estandarizadas para las clases de altura y diámetro basal en las parcelas de estudio, septiembre de 1999.

Altura							
Parcela de exclusión				Parcela de pastoreo			
Clase	Intervalo (cm)	Frec. Obs.	Frec. Est.	Clase	Intervalo (cm)	Frec. Obs.	Frec. Est.
1	0 – 10	62	62	1	0 – 10	131	131
2	11 – 50	69	18	2	11 – 50	239	61
3	51 – 200	261	17	3	51 – 200	33	2
4	201 – 600	179	4	4	201 – 600	6	0
5	601 – 1700	6	0	5	601 – 1700	10	0
Total		577	101	Total		419	194

Diámetro basal							
Parcela de exclusión				Parcela de pastoreo			
Clase	Intervalo (cm)	Frec. Obs.	Frec. Est.	Clase	Intervalo	Frec. Obs.	Frec. Est.
1	0.1 – 0.49	108	138	1	0.1 – 0.49	213	273
2	0.5 – 2.5	277	69	2	0.5 – 2.5	179	45
3	2.51 – 4.5	126	32	3	2.51 – 4.5	10	2
4	4.51 – 6.5	49	12	4	4.51 – 6.5	4	1
5	6.51 – 45	17	0	5	6.51 – 45	13	0
Total		577	251	Total		419	321

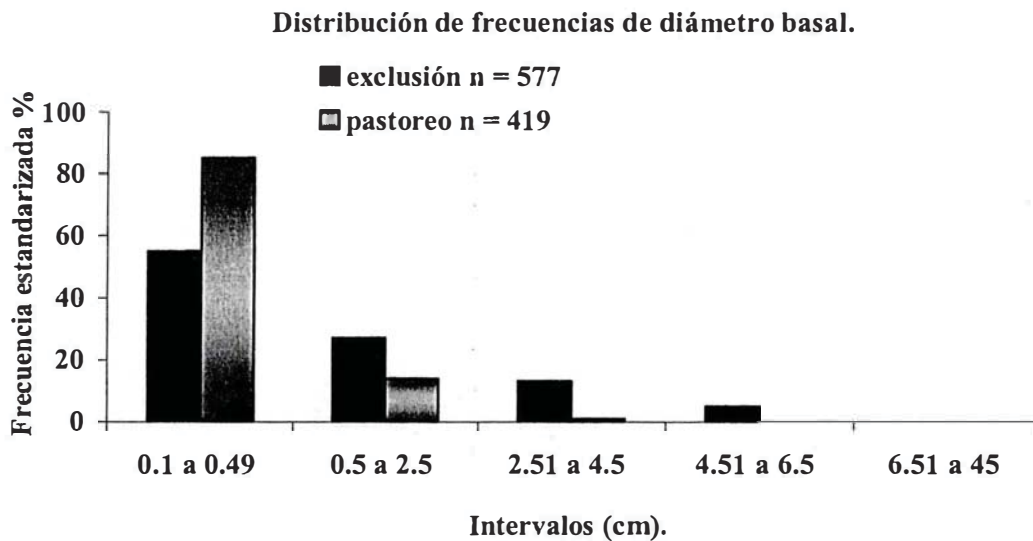
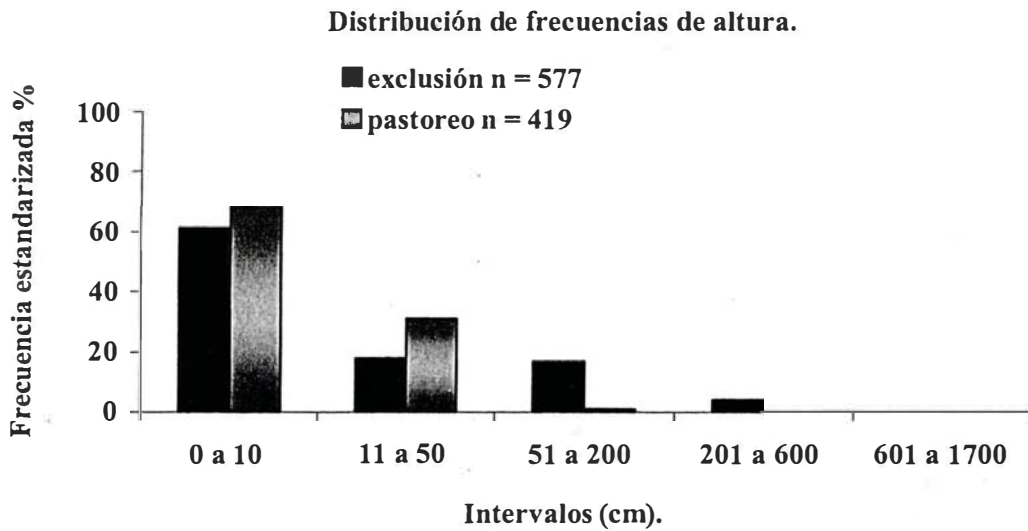


Figura 7.- Gráficas de distribución de frecuencias estandarizadas por clases de altura y diámetro basal, comparando las parcelas de estudio (septiembre de 1999).

Cuadro IV.- Tablas de contingencia, en donde se muestran la frecuencia observada y frecuencia esperada para cada condición de estudio y resultados de la prueba de χ^2 para las variables de altura y diámetro basal (septiembre de 1999). Con una $p = 0.05$ de confiabilidad y $g.l.=3$ (las frecuencias observadas corresponden a las frecuencias estandarizadas). Los intervalos tanto de altura como de diámetro basal son los mismos para las parcelas de estudio.

Altura $\chi^2_{cal} = 38 > \chi^2_{tab} = 7.78$						
Frecuencia observada					Frecuencia esperada	
Clase	Intervalo	Parcela de exclusión	Parcela de pastoreo	Total	Parcela de exclusión	Parcela de pastoreo
1	0 – 10	62	131	193	66	127
2	11 – 50	18	61	79	27	52
3	51 – 200	17	2	19	7	12
4	201 – 600	4	0	4	1	3
Total		101	194	295		

Diámetro basal $\chi^2_{cal} = 78 > \chi^2_{tab} = 7.78$						
Frecuencia observada					Frecuencia esperada	
Clase	Intervalo	Parcela de exclusión	Parcela de pastoreo	Total	Parcela de exclusión	Parcela de pastoreo
1	0.1 – 0.49	138	273	411	180	231
2	0.5 – 2.5	69	45	114	50	64
3	2.51 – 4.5	32	2	34	15	19
4	4.51 – 6.5	12	1	13	6	7
Total		251	321	572		

Cuadro V.- Residuales ajustados para cada variable (septiembre de 1999). Con un valor crítico de ± 1.96 .

Altura.				Diámetro basal.		
Clase	Intervalo	Parcela de exclusión	Parcela de pastoreo	Intervalo	Parcela de exclusión	Parcela de pastoreo
1	0 – 10	-2.05	2.05	0.1 – 0.49	-7.93	7.93
2	11 – 50	-2.51	2.51	0.5 – 2.5	4.00	-4.00
3	51 – 200	5.25	-5.25	2.51 – 4.5	6.09	-6.09
4	201 – 600	2.79	-2.79	4.51 – 6.5	3.56	-3.56

6.5.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que el ramoneo por ganado vacuno en la sierra de La Laguna provoca cambios en la estructura poblacional de *Lysiloma divaricata*, ya que comparativamente se obtuvo una mayor abundancia de individuos en las clases de tallas más pequeñas (> 50 cm de altura y < 0.5 cm de diámetro basal) en la condición sujeta a pastoreo, en tanto que en la condición de exclusión se presenta una mayor abundancia para los individuos con alturas ≥ 51 y ≤ 600 cm y diámetros ≥ 0.5 y ≤ 6.5 cm .

Los resultados obtenidos en el presente trabajo confirman los obtenidos en el análisis de las relaciones alométricas, en donde se concluye que uno de los efectos del ramoneo por ganado vacuno sobre esta *Lysiloma divaricata* es el efecto de bonsai que se produce en algunos individuos y que la exclusión de esta actividad desde hace 12 años provoca en los individuos un crecimiento en forma arbustiva.

En otros estudios se encontraron los mismos patrones de crecimiento bajo la influencia del ramoneo. Por ejemplo, Pettit *et al.* (1998) encontraron que la altura de los individuos de *Eucalyptus marginata* en parcelas de pastoreo disminuyó significativamente, mientras que Case y Kauffman (1997) encontraron que las poblaciones de sauce (*Salix spp*), *Alnus incana* y *Populus trichocarpa* aumentaron su altura después de dos años de exclusión de ganado.

La eliminación del ganado doméstico y la construcción de áreas de exclusión a esta actividad han sido de un tiempo a la fecha una parte esencial para los estudios de restauración y evaluación del disturbio por diversas actividades humanas y en particular la de ganado vacuno sobre las poblaciones vegetales (Case y kauffman, 1997; Cabin *et al.*, 1999). Los trabajos comparativos entre zonas de exclusión y pastoreo enriquecen

más los conocimientos acerca de la estructura poblacional, ya que se pueden comparar diversos factores que alteran la estructura de la población (Pucheta *et al.*, 1992). Sin embargo, el mal manejo de áreas de exclusión y la ausencia de estudios que determinen y pronostiquen eventos futuros podría ser perjudicial para la vegetación, ya que la exclusión podría facilitar tanto la regeneración de especies oportunistas como la colonización e invasión potencial de nuevas especies exóticas (Cabin *et al.*, 1999), por lo que se recomienda identificar a las especies oportunistas, realizar un listado de las especies que el ganado consume y evitar la propagación de especies introducidas, ya que podrían ser competidoras u oportunistas.

7.- CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN GENERAL.

Los resultados de este trabajo muestran que la actividad extensiva del ganado vacuno en la sierra de La Laguna tiene un efecto en las relaciones alométricas y en la estructura poblacional de los individuos de *Lysiloma divaricata*, especie de importancia estructural y económica.

La acción del ramoneo provoca modificaciones en la forma de los individuos de mauto, reduciendo la altura y cobertura vegetal, lo cual produce individuos con apariencia de bonsai. La modificación en la forma y complejidad de las ramas de individuos vegetales por efecto del ramoneo por ganado vacuno ha sido también registrada en otra especie de leguminosa como *Anthyllis cystoides* (Escós *et al.*, 1997).

Asimismo, la estructura por clase tanto en altura como diámetro basal de los individuos de *Lysiloma divaricata* se ven afectadas por el ramoneo vacuno, ya que esta acción provoca una disminución en la altura de los individuos de esta especie. Resultados similares fueron reportados por Pettit *et al.* (1998), quienes encontraron que los individuos de *Eucalyptus marginata* también presentan una reducción de sus alturas cuando son sometidos al pastoreo. Por otro lado, se encontró que la exclusión a esta actividad genera individuos de tipo arbustivo, debido al aumento en altura de sus ramas; este mismo fenómeno fue encontrado por Case y Kauffman (1997) en una población *Salix* spp, *Alnus incana* y *Populus trichocarpa*, en donde después de dos años de exclusión, estas especies aumentaron su altura.

Es importante que los estudios de estructura y dinámica poblacional de plantas que se ven afectadas por la actividad de ganado comprendan áreas tanto de exclusión como de pastoreo, ya que la comparación de dichas áreas han servido para demostrar que el ganado afecta: la composición, la riqueza, la abundancia, la diversidad, la

estructura y dinámica, aportando un mejor y mayor conocimiento para el manejo y/o preservación de las poblaciones vegetales. Por ejemplo, se han desarrollado trabajos que incluyen tanto zonas de exclusión como de pastoreo en regiones tropicales (Uhl *et al.*, 1988), templadas (Collins, 1987; Pucheta *et al.* 1992; Green y Kauffman, 1995; Pettit y Froend, 1998; Latham y Blackstock, 1998), áridas y semiáridas (Roundy y Jordan, 1988; Adler y Lauenroth, 2000). La exclusión de ungulados ramoneadores es considerada un paso clave hacia la protección de estos ecosistemas, pero son pocos los estudios al respecto y menos aun estudios a largo plazo en zonas tropicales (Cabin *et al.*, 1999).

El ganado y poblaciones humanas son siempre una asociación que provoca graves daños en el ecosistema, ya que la defoliación regular (pastizales) o por la defoliación irregular (como en bosques) provoca entre otras cosas: la reducción en el tamaño de las plantas y un incremento de áreas expuestas o parches, alterando así la actividad de los polinizadores; modifica el flujo de aire, el régimen de temperatura, los balances de agua por la poca transpiración de las hojas y en consecuencia la reducción de la cobertura vegetal tiene un efecto sobre la abundancia y distribución de depredadores y parásitos (Crawley, 1983).

Los grandes herbívoros no sólo afectan la estructura vegetal, sino también la estructura del suelo, ya que al pisar, rascar la superficie, al acostarse sobre él, dejan huellas y áreas desnudas en donde las condiciones de germinación son diferentes a aquellos sitios libres de daño. Todo esto provoca la compactación y la formación de zanjas, ambos conducen al desarrollo de características en la comunidad de plantas completamente distintas a las de vegetación predominante (Duffey *et al.*, 1974; Adler y Lauenroth, 2000; Belsky *et al.*, 1999).

Los resultados obtenidos de este trabajo sobre la afectación del ramoneo por ganado vacuno en la alometría y la estructura poblacional de *Lysiloma divaricata*, permiten generar nuevas preguntas sobre el efecto de este tipo de disturbios en la dinámica poblacional de esta especie, así como su efecto en los atributos de la comunidad, dada la importancia ecológica del mauto en la selva baja caducifolia de la sierra de La Laguna. Así cabe la pregunta: ¿Las variaciones alométricas provocan tasas diferenciales de sobrevivencia y mortalidad entre los individuos con efecto bonsai y los individuos con efecto arbusto? De encontrar diferencias en la dinámica de esta especie, cabría entonces preguntarse: ¿Que otros procesos biológicos están involucrados en la dinámica poblacional de esta especie? Diversos estudios nos podrían dar la respuesta a esta pregunta, entre los que se sugieren: estudios de la dispersión de las semillas por el ganado vacuno, ya que se ha demostrado que el ganado consume las vainas y flores de esta especie (Susano, 1981; Ortiz-Ávila, 1999) y por observaciones personales se ha visto que en las heces de las vacas germinan plántulas de diversas especies, entre las que se observaron individuos de mauto. Asimismo se sugiere realizar estudios sobre el efecto de la competencia entre *Lysiloma divaricata* y otras especies, ya que de acuerdo con lo reportado por Ortiz-Ávila (1999) quien encontró que en la condición de pastoreo existe una mayor abundancia de arbustos y árboles, mientras que en la condición de exclusión el sotobosque está cubierto en su mayoría por herbáceas perennes y éstas podrían competir con las plántulas de mauto (figura 8 a y b).

Como conclusión final, los resultados de este trabajo nos permite deducir que los estudios de la alometría y la estructura de clases por altura y diámetro basal pueden ser empleados como criterios para identificar disturbios, ya que por sí solos aportan información acerca de las presiones medioambientales y por actividades antropogénicas,

como es el disturbio por actividades ganaderas, que en algunas regiones se presenta como un problema grave y que afecta procesos morfológicos y fisiológicos y por lo tanto el desarrollo y adaptación de las poblaciones vegetales a su entorno. Estos efectos se observan principalmente en las partes vegetativas del individuo, por lo que un criterio para identificar disturbios por actividades ganaderas es el efecto bonsai, lo cual puede ser útil para la toma de decisiones dentro de los programas de conservación de ésta y otras reservas.

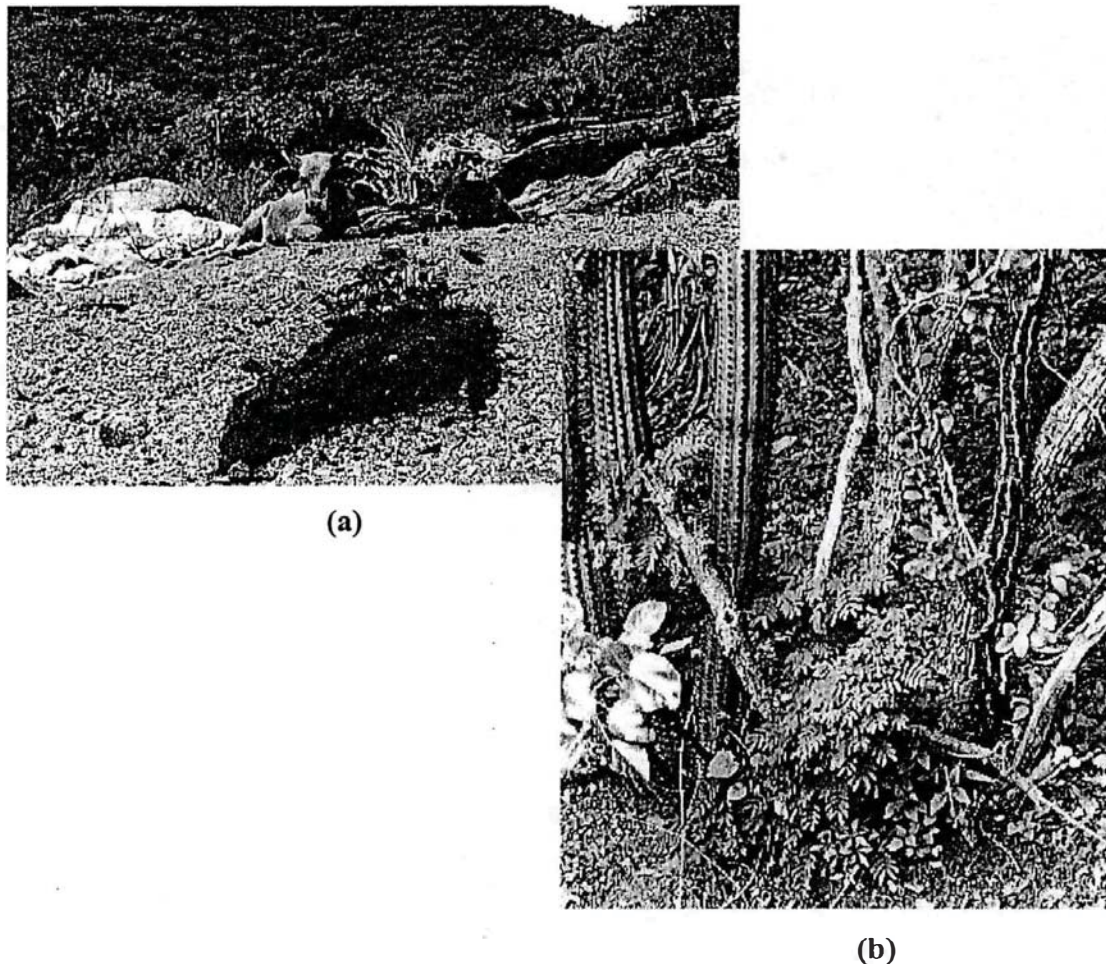


Figura 8.- la foto 8a muestra una hez de vaca, sobre la cual están germinando varias plántulas de diversas especies (foto tomada en septiembre de 1999). En la foto 8b se observa un individuo de mauto creciendo entre varias especies (cúmulos de vegetación).

8.- BIBLIOGRAFÍA.

- Adler, P. B. y W. K. Lauenroth. 2000. Livestock exclusion increases the spatial heterogeneity of vegetation in Colorado Short grass steppe. *Applied Vegetation Science*. 3(2): 213-222.
- Arriaga, L. y J. L. León de la Luz. 1989. The Mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: A floristic and structural approach. *Vegetation Science*. 84: 45-52.
- ----- y J. Cancino. 1992. Prácticas pecuaria y caracterización de especies forrajeras en la selva baja caducifolia. In. Ortega, A. (ed.). *Uso y Manejo de los Recursos Naturales en la Sierra de La Laguna, B. C. S., México*. Centro de Investigaciones Biológicas de B. C. S., A. C. Páb. No. 5, 367 p.
- Belsky, A. 1986. Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. *American Naturalist*. 127(6): 870-892.
- ----- A. Matzke y S. Uselman. 1999. Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the Western United States. *Journal of Soil and Water Conservation*. 54(1): 419-431.
- Breceda, A. 1994. La selva baja caducifolia y la vegetación de fondo de cañada en la sierra de la Laguna, B. C. S., México. U. N. A. M. Tesis de Maestría. 256 p.
- ----- L. Arriaga y Y. Maya. 1992. Recursos Maderables de la selva baja caducifolia y la vegetación de cañada. In. Ortega, A. (ed.). *Uso y Manejo de los Recursos Naturales en la Sierra de la Laguna B. C. S., México*. Centro de Investigaciones Biológicas de B. C. S., A. C. Páb. No. 5. 367 p.
- Brown, S. y A. E. Lugo. 1982. The storage and production of organic matter in a tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica*. 14: 161-187.

- Cabin, R. J; G. W. Stephen; H. L. David; W. F. Tim; K. S Ann; S. Darren y J. H. Lisa. 1999. Effects of long-term ungulate exclusion and recent alien species control on the preservation and restoration of a Hawaii tropical dry forest. *Conservation Biology*. 14(2) : 439-453.
- Case, R. L. y J. B. Kauffman. 1997. Wild ungulate influences on the recovery of willows, black cottonwood and thin-leaf alder following cessation of cattle grazing in northeastern Oregon. *Northwest Science*. 71(2) : 115-126.
- Cervantes, V; J. Carabias y C. Vázquez-Yanes. 1996. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 82: 171-184.
- ----- A. Arriaga; J. Meave y J. Carabias. 1998. Growth analysis of nine multipurpose woody legumes native from southern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 110: 329-341.
- Collins, S. L. 1987. Interaction of disturbances in tall grass prairie: a field experiment. *Ecology*. 68(5): 1243-1250.
- Christian, A. 1991. Distribution of seedlings and saplings of *Quercus robur*, in a grazed deciduous forest. *Journal of Vegetation Science*. 2: 279-282.
- Crawley, M. J. 1983. Indirect effects of herbivores in ecosystems: Habitat Structure. In. Anderson, D. J; M. P. Greig-Smith y F. Pitelka (Eds.). *Herbivory: The dynamic of Animal-Plant Interactions*. University of California Press. Great Britain. 437 p.
- Duffey, E; M. G. Morris; J. Sheail; L. K; Ward; D. A. Wells y T. C. E. Wells. 1974. *Grassland Ecology and Wildlife Management*. Chapman & Hall, London.

- Escós, J; C. L. Alados y J. M. Emlen. 1997. The impact of grazing on plant fractal architecture and fitness of a Mediterranean Shrub *Anthyllis cytisoides* L. *Functional Ecology*. 11: 66-78.
- ----- L. Alados; F. I. Pugnaire; J. Puigdefabregas y J. Emlen. 2000. Stress resistance in an arid land Shrub: Interactions between developmental instability and fractal dimension. *Journal of Arid Environments*. 45(4): 325-336.
- Everit, B. S. 1977. *The analysis of Contingency tables*. Chapman y Hall. London. 128 p.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen* (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2ª. Ed. Instituto de Geografía. U. N. A. M., México. 252 p.
- Gentry, S. H. 1942. Sinaloan deciduous forest. *In*. Brown, E. D. (ed.) 1982. *Desert plants 4 (4-1)*. Special Issues: Biotic communities of the America Southwest-United States and Mexico. University of Arizona: 73-77.
- Goldberg, D. E. 1985. Effects of soil pH, competition, and seed predation on the distribution of two tree species. *Ecology*. 66(2): 503-511.
- Green, D. M. y J. B. Kauffman. 1995. Succession and livestock grazing in a northeastern Oregon riparian ecosystem. *Journal of Range Management*. 48(4): 307-313.
- Holdrege, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 206 p.
- Hutchings, M. J. 1991. The structure of plants population. *In*. Crawley, M. J. (ed.). *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publication. 496 p.
- Huxley, J. S. 1932. *Problems of relative growth*. London: Methuen. 276 pp.

- Janzen, D. 1988. Tropical dry forest. The most endangered major tropical ecosystem. P. 130-137. *In* Wilson, E. O. (ed.). *Biodiversity. National Academic Press*. Washington, D. C.
- Knowles, L. y E. T. Witkowski. 2000. Conservation Biology of the succulent shrub, *Euphorbia barnardii*, a serpentine endemic of the Northern Province, South Africa. *Austral Ecology* 25(3) 241-252.
- Latham J. y T. H. Blackstock. 1998. Effects of livestock exclusion on the ground flora and regeneration of upland *Alnus glutinosa* woodland. *Forestry* (Oxford). 71(3): 191-197.
- León de la Luz, J.L. y R. Domínguez-Cadena. 1989. Flora of the Sierra de la Laguna, Baja California Sur, México. *Madroño*. 36 (2): 61-83.
- ----- J. J. Pérez-Navarro; L. M. Domínguez y R. Domínguez-Cadena. 1999. Flora de la Región del Cabo, B. C. S; México. Listado Florístico de México. Instituto de Biología, México. U. N. A. M. 66 p.
- ----- R. Domínguez-Cadena y R. Coria. 1988. Aspectos florísticos. *In*. Arriaga, L. y A. Ortega. (Eds.). *La Sierra de La Laguna de Baja California Sur*. Centro de Investigaciones Biológicas de B. C. S; A.C. Publicación No. 1; La Paz B. C. S. 237 p.
- Lott, E, S. Bullock y A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest of coastal Jalisco. *Biotropica*. 19(3): 228-237.
- Martínez-Balboa, A. 1981. *La Ganadería en Baja California Sur*. J. B., La Paz, México. vol. 1:229 p.

- Maya, Y. 1991. Caracterización edafológica de la sierra de La Laguna en Baja California Sur, México. *Revisión de Inventario Científico. Serie Cs. Agropecuarias*. 2(1): 13-24.
- Morelos, S. 1988. La vegetación: una aproximación a través de la fotointerpretación. In. Arriaga, L y A. Ortega. (eds.). *La Sierra de la Laguna de Baja California Sur*. Centro de Investigaciones Biológicas. de B. C. S; A. C. Púb.. No. 1. , La Paz, B. C. S. 237 p.
- Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17: 67-88
- Mwendera, E. J; M. A. M. Saleem y Z. Woldu. 1997. Vegetation response to cattle grazing in the Ethiopian Highlands. *Source Agriculture Ecosystems and Environment*. 64(1): 43-51.
- Niklas, K. J. 1994. *Plant allometry: The scaling of form and process*. The University of Chicago Press. 395 p.
- Ortiz-Ávila, V. 1999. Efecto del pastoreo en el establecimiento de juveniles en la selva baja caducifolia de la Reserva de La Biosfera: "Sierra de La Laguna", B. C. S., México. Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 86 p.
- Pettit, N. E; P. G. Ladd y R. H. Froend. 1998. Passive clearing of native vegetation: Livestock damage to remnant jarrah (*Eucalyptus marginata*) woodlands in Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*. 81(2): 95-106.
- Pucheta, E; S. Diaz y M. Cabido. 1992. The effect of grazing on the structure of a high plateau grassland in Central Argentina. *Coenoses*. 7(3) : 145-152.

- Ramírez-apud, L. Z. 1998. Estudio comparativo del banco de semillas en zonas expuestas y excluidas al pastoreo en la selva baja caducifolia de la Reserva de la Biosfera “Sierra de La Laguna”, En Baja California Sur., México. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. México. 70 p.
- Rich, P. M; K. Helenurm; D. Kearns; S. R. Morse; M. W. Palmer and L. Short. 1986. Height and stem diameter relationships for dicotyledonous trees and arborescent palms of Costa Rican tropical wet forest. *Bulletin Torrey Botany Club*. 113: 241-46.
- Roberts, N. C. 1989. *Baja California Plants Field Guide, Natural History*, Publishing Company. La Jolla. 309 p.
- Roundy, B. A. y G. L. Jordan. 1988. Vegetation changes in relation to livestock exclusion and root plowing in southeastern Arizona, USA. *Southwest Naturalist*. 33(4): 425-436.
- Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa. México. 432 p.
- Shreve, F. 1937. The vegetation of the Cape Region of Baja California. *Madroño* 4: 05-136.
- Smith, S. E. 1999. Variation in response to defoliation between populations of *Bouteloua curtipendula* var. *caespitosa* (Poaceae) with different livestock grazing histories. *American Journal of Botany*. 86: 333-345.
- Stirling, C.M; M. Heddell-Cowie; M. L. Jones; T. W. Ashenden; T. H. Sparks. 1998. Effects of elevated CO sub(2) and temperature on growth and allometry of five native fast-growing annual species. *Department of Agricultural and Forestry Sciences, University of Wales, Bangor, New Phytologist*. 140(2): 343-354.

- Susano, R. H. 1981. Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. *Revista Científica Forestal*. 29(6): 31-39.
- Uhl, C; R. Buschbacher y E. A. S. Serrao. 1988. Abandoned pastures in Eastern Amazonia Brazil I. Patterns of plants succession. *Journal of Ecology*. 76(3): 663-681.
- Villalba, R. y T. T. Veblen. 1997. Regional patterns of tree population age structure in northern Patagonia: Climatic and disturbance influence. *Journal of Ecology*. 85: 113-124.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. 666 p.

ANEXOS.

Anexo 2.- Características abióticas, cobertura y abundancia de herbáceas perennes, arbustos y árboles de los cuadrantes de las parcelas de estudio.

Parcela de exclusión.

Cuadrante 10 x 10m	No. asignado en la parcela	Pendiente (%)	Rocidad (%)	Cobertura de herbáceas perennes en el sotobosque (%)	Especies más abundantes en el cuadrante	Cobertura de arbustos y árboles en el dosel (%)	Especies más abundantes en el cuadrante
1	05	30	30	80	CARARI, MATCOR	95	STETHU, KARHUM, MIMXAN, TECSTA, JATCIN, BURMIC. MIMXAN, HAEBRA, JATCIN,
2	14	40	10	70	CARARI, MARDIV.	80	TECSTA, KARHUM, JATCIN, JATVER, MIMXAN
3	30	45	40	40	CARARI	95	TECSTA, KARHUM, JATCIN, JATVER, MIMXAN
4	36	10	5	60	CARARI	60	TECSTA, KARHUM, JATCIN, JATVER, MIMXAN
5	56	20	5	20	CARARI	90	TECSTA, JATCIN
6	75	10	20	20	CARARI	60	HAEBRA, FOU DIG, MIMXAN, TECSTA
7	98	20	10	70	CARARI, BENBRA	90	HAEBRA, JATCIN, KARHUM, TECSTA
8	103	40	30	90	CARARI	80	ALBOCC, LYSCAN, BURMIC, JATCIN, MIMXAN
9	137	40	5	95	CARARI	90	TECSTA, JATCIN, CHLMAN, KARHUM
10	146	40	5	95	CARARI	70	TECSTA, JATCIN, CHLMAN, MIMXAN
11	55	50	10	80	CARARI	90	JATCIN, TECSTA, FOU DIG, HAEBRA, TECSTA, MIMXAN, SENVIL, JATCIN, MELTOM
12	105	10	10	95	CARARI	90	TECSTA, MIMXAN, SENVIL, JATCIN, MELTOM
13	124	20	50	70	CARARI	70	KARHUM, JATVER, VIGTOM, TECSTA
14	126	10	5	95	CARARI, MARDIV	90	TECSTA, CHLMAN, MIMXAN, ALBOCC
15	140	50	80	40	RUELEU	90	RANMEG, BURMIC, MIMXAN

Continuación del anexo 2.

Parcela de pastoreo.

Cuadrante 10 x 10m	No. asignado en la parcela	Pendiente (%)	Roccosidad (%)	Cobertura de herbáceas perennes en el sotobosque (%)	Herbáceas perennes más abundantes en el cuadrante	Cobertura de arbusos y árboles en el dosel (%)	Arbusos y árboles más abundantes en el cuadrante
1	02	30	20	10	CARARI	70	JATCIN, TECSTA, FOUDIG, JATVER, KARHUM
2	14	10	15	30	CARARI	60	MIMXAN, TECSTA
3	19	40	40	10	CARARI	50	TECSTA, JATCIN, MATCOR,
4	28	40	10	30	CARARI	90	TECSTA, JATCIN, MATCOR, GOWROS
5	33	30	20	10	CARARI	80	TECSTA, JATCIN, FOUDIG, BURMIC
6	60	50	50	30	CARARI	95	TECSTA, JATCIN, KARHUM, BURMIC
7	89	40	40	30	CARARI	60	TECSTA, JATCIN, HAEBRA,
8	97	30	5	20	CARARI	90	CHLMAN, KARHUM, BURMIC, JATCIN
9	75	40	40	30	CARARI	70	HAEBRA, FOU DIG, JATCIN, KARHUM, STETHU
10	42	10	20	20	CARARI	80	JATCIN, STETHU, TECSTA, KARHUM
11	80	60	50	20	CARARI	80	JATCIN, MIMXAN, FOUDIG, HAEBRA
12	68	60	70	30	CARARI	80	STETHU, BURMIC, HAEBRA
13	74	20	50	20	CARARI	50	VIGTOM, MIMXAN, JATCIN, JATVER, KARHUM, BURMIC
14	13	50	40	30	CARARI	90	ZANARB, JATCIN, JATVER, BURMIC, TECSTA, KARHUM, SENATO,
15	22	60	20	30	CARARI	90	KARHUM, TECSTA, JATCIN

Nota: en esta condición de estudio, las herbáceas perennes presentan indicios de ramoneo.

Continuación del anexo 2.- Listado Florístico de las especies más abundantes en los cuadrantes de las parcelas de estudio.

Clave	Nombre de la especie	Nombre Común	Forma de Crecimiento	Familia
CARARI	<i>Carlowrightia arizonica</i> A. Gray	Carla	Hp	Acanthaceae
RUELEU	<i>Ruellia leucantha</i> Brandegee	Rama ceniza	Hp	"
MATCOR	<i>Matelea cordifolia</i> (A. Gray) Woodson	Talayote	Tr	Asclepiadaceae
TECSTA	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss	Palo arco	Ab	Bignoniaceae
BURMIC	<i>Bursera microphylla</i> A. Gray	Torote	Ar	Burseraceae
STETHU	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Gibson et Horak var. <i>Thurberi</i>	Pitaya dulce	Su	Cactaceae
VIGTOM	<i>Viguiera tomentosa</i> A. Gray	Tacote	Ab	Compositae
JATCIN	<i>Jatropha cinerea</i> (C. G. Ortega) Muell.-Arg.	Lomboy blanco	Ab	Euphorbiaceae
JATVER	<i>J. vernicosa</i> brandegee (Endémica)	Lomboy rojo	Ab	"
FOUDIG	<i>Fouquieria diguetii</i> (Van Tieghem) I.M. Johnst.	Palo adan	Ab	Fouquieriaceae
ALBOCC	<i>Albizzia occidentalis</i> Brandegee	P. Escopeta	Ar	Leguminosae
BENBRA	<i>Benthamantha brandegeei</i> Rydb.		Hp	"
CHLMAN	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britt. et Rose var. <i>leucospermum</i> (Brandegee) Barneby et Grimes	Palo eva	Ar	"
HAEBRA	<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst	Palo brasil	Ar	"
LYSCAN	<i>Lysiloma candida</i> Brandegee	Palo blanco	Ar	"
MARDIV	<i>Marina divaricata</i> (Benth) Barneby		Hp	"
MIMXAN	<i>Mimosa xantii</i> A. Gray	Celosa	Ab	"
SENATO	<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin et Barneby	Palo zorrillo	Ar	"
SENVIL	<i>S. villosa</i> (Miller) Irwin et Barnaby	Lentejilla	Ab	"
GOUROS	<i>Gouania rosei</i> wiggins		Tr	Rhamnaceae
KARHUM	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. & Sch.) Zucc.	Cacachila	Ar	
RANMEG	<i>Randia megacarpa</i> Brandegee	Papache	Ab	Rubiaceae
ZANARB	<i>Zanthoxylum arborescens</i> Rose	Naranjillo	Ar	Rutaceae
MELTOM	<i>Melochia tomentosa</i> L.	Malvarosa	Ab	Sterculiaceae