



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales
Facultad de Ingeniería
Facultad de Psicología
Facultad de Filosofía
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
Facultad de Química

ESTABLECIMIENTO Y CRECIMIENTO EN SUS PRIMERAS ETAPAS DE DIEZ ESPECIES ARBUSTIVAS NATIVAS, EN LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA JÁUREGUI, QUERÉTARO.

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

María Esther González Hernández

Dirigido por:

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval

SINODALES

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Presidente

M. en C. Diana Elisa Bustos Contreras
Secretario

Dra. T. del Rosario Terrones Rincón
Vocal

Dra. Guadalupe Xóchitl Malda Barrera
Suplente

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Suplente

Biol. Jaime Angeles Angeles
Director de la Facultad
de Ciencias Naturales

Dr. Luis Gerardo Hernández S.
Director de Investigación y
Posgrado

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre de 2007.
México

RESUMEN

Debido al crecimiento de la mancha urbana del Municipio de Querétaro en los últimos 30 años, la cubierta vegetal de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui se ha reducido considerablemente. Para contrarrestar este problema es recomendable emplear especies nativas arbustivas para reforestar o restaurar. El objetivo del trabajo fue evaluar la sobrevivencia y crecimiento en condiciones naturales de plantas juveniles de arbóreas y arbustivas nativas del bosque tropical caducifolio y del matorral espinoso, aptas para reforestar. Se plantaron diez especies en dos sitios de la Microcuenca: San Miguelito (*Acacia farnesiana*, *A. schaffneri*, *Celtis pallida*, *Eysenhardtia polystachya*, *Lysiloma divaricata* y *Senna polyantha*) y Cerro Colorado (*Buddleja cordata*, *C. pallida*, *Dodonaea viscosa*, *Tecoma stans* y *Prosopis laevigata*) para identificar las que presentan mejor establecimiento. La elección de éstas se hizo de acuerdo con su alto valor de importancia ecológica, económica y disponibilidad en vivero. Durante 15 meses se midió el porcentaje de sobrevivencia y su respuesta al crecimiento evaluando: producción de hojas, altura y diámetro del tallo. Para conocer el ámbito social con respecto al conocimiento de las arbóreas y arbustivas nativas, se aplicó una encuesta y se llevó a cabo un taller sobre “Propagación de arbustivas nativas en vivero rústico”, dirigido a habitantes de los sitios del estudio. Resultados: Se identificaron cinco especies con mayor capacidad de establecimiento: *T. stans*, *A. schaffneri*, *P. laevigata*, *C. pallida* y *E. polystachya*. La de menor sobrevivencia, y crecimiento fue *S. polyantha*. Las principales limitantes para el establecimiento de plantas juveniles fuera del vivero son: herbivoría y condiciones climáticas como sequías y heladas. En cuanto al ámbito social: los encuestados conocen 31 especies de árboles de los cuales 67% son nativos, los principales usos conocidos son: leña, medicinal, sombra y alimento. Durante el taller se enseñó la manera de propagar arbóreas y arbustivas con procedimientos sencillos a bajo costo y se resaltó su importancia ecológica y económica. El empleo de arbóreas y arbustivas nativas y el conocimiento para su establecimiento es importante para reforestar pero se deben conservar y proteger los ecosistemas en los que se alberga esta importante flora.

(Palabras clave: Establecimiento, crecimiento, arbustiva, nativa).

SUMMARY

Due to the expansion of urban sprawl in the Municipality of Queretaro during the last 30 years, vegetation in the Santa Rosa Jauregui Micro-Basin has been considerably reduced. To counteract this problem, the use of native shrubs for reforestation or restoration is recommendable. The objective of this work was to evaluate the survival and growth under natural conditions of young trees and shrubs native to the tropical deciduous forest and of thorn scrub appropriate for reforestation. Ten species were planted in two places in the Micro-basin: in San Miguelito (*Acacia farnesiana*, *A. schaffneri*, *Celtis pallida*, *Eysenhardtia polystachya*, *Lysiloma divaricata* and *Senna polyantha*), and in Cerro Colorado (*Buddleja cordata*, *C. pallida*, *Dodonaea viscosa*, *Tecoma stans* and *Prosopis laevigata*) to identify the most easily established species. The selection of these was due to their great ecological and economic value, as well as availability in nurseries. We measured survival percentage and plant growing for 15 months, evaluating: leaf production, height and the diameter of the stems or trunk. To ascertain knowledge of these native trees and shrubs within society, we made a survey and held a workshop on "Propagation of native shrubs in rustic nurseries" this workshop was aimed at the inhabitants of the places mentioned in the study. Results: Five species with the best survival capacity were identified: *T. stans*, *A. schaffneri*, *P. laevigata*, *C. pallida* and *E. polystachya*. *S. polyantha* had the lowest survival and growth rates. The principal limitations for the establishment of young plants outside the nursery are: plant-eating animals and climatic conditions, such as droughts and frost. Regarding the social environment, those surveyed are familiar with 31 species of trees, of which 67% are native. The chief known uses for these are: firewood, medicinal uses, shade and food. In the workshop we taught how to propagate trees and shrubs with simple procedures and at a low cost. We also pointed out their ecological and economic importance. The use of native trees and shrubs and knowledge of how to establish them is important for reforestation; however, the ecosystems in which this important flora is found must be preserved and protected.

(Key words: Establishment, growth, shrub, native).

DEDICATORIAS

A NATALIA

A MIS PADRES Y HERMANOS

A LA VIDA

AGRADECIMIENTOS

A todos los maestros de la maestría que con su enseñanza y experiencia me guiaron para concluir esta etapa académica.

A todos y cada uno de mis asesores por su tiempo, recomendaciones y críticas constructivas en el seguimiento de esta tesis.

A cada uno de mis compañeros de la segunda generación de la Maestría por su apoyo y amistad, especialmente a Alejandro, Erika, Valtierra y Mary Carmen.

A Genaro, Jesús, Manolo, Mtro. Florian, Paulina, Don Pascual y todas las personas que colaboraron conmigo para la elaboración de esta tesis.

A mis amigas y amigos que me alentaron y animaron en la terminación de este trabajo:
Mary Carmen, Rosalía, Fabiola, Olivia, V.

Al equipo de trabajo de la Dra. Terrones del Inifap Campo experimental Bajío por el taller impartido, especialmente a la Maestra Santa Ana Ríos.

Al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico que me permitió finalizar esta maestría.

INDICE

	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras	viii
I.- INTRODUCCIÓN	1
II. - MARCO TEORICO	4
II.1.- Importancia de la vegetación nativa	4
II.2.- El papel de la vegetación arbórea y arbustiva	5
II.3.- Árboles multipropósito	6
II.4.- Crecimiento en plantas	7
II.5.- Crecimiento en función del mejoramiento de los suelos con fines forestales.	10
III.- ANTECEDENTES	11
III.1.- La vegetación en México	11
III.2.- La vegetación nativa en la restauración ecológica	12
III.3.- Propagación de Arbustivas nativas	14
III.4.- Establecimiento y sobrevivencia de leguminosas arbustivas	15
III.5.- Reforestación en el Estado y Municipio de Querétaro.....	16
III.6.- Descripción de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui.....	17
III.6.1.- Descripción Físico-Biótica	17
III.6.2.- Descripción socioeconómica:	25
III.7.- Reforestación en San Miguelito, Sta. Rosa Jáuregui.	29
IV.- JUSTIFICACIÓN	30
V.- OBJETIVOS	31
Objetivo general	31
Objetivos particulares.....	31
VI.1.- Sitios de estudio	32
VI.2.- Elección de las especies	33
VI.3.- Descripción de las especies elegidas.....	34
VI.4.- Arreglo de las parcelas y plantación	35
VI.5.- Crecimiento.....	37
VI.6.- Porcentaje de sobrevivencia.....	39
VI.7.- Ámbito Social	39
VI.7.1 Encuesta y taller.	40
VII.- RESULTADOS	42
VII.1.- Sitios de Estudio	42
VII.2.- Elección de las especies.....	46
VII.3.- Descripción de las especies elegidas	48
VII.4.- Arreglo de las parcelas y plantación.....	51
VII.5.- Crecimiento	52
VII.6.- Porcentaje de Sobrevivencia.....	72

VII.7.- Ámbito Social.....	75
VII.7.1.- Encuesta y taller.....	77
VIII.- DISCUSIÓN	85
IX.- CONCLUSIONES	91

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Número de habitantes en la microcuenca.....	26
2. Diseño 1 de plantación en San Miguelito.....	35
3. Diseño 2 de plantación en San Miguelito.....	35
4.- Diseño 1 de plantación en Cerro Colorado.....	35
5.- Diseño 2 de plantación en Cerro Colorado.....	36
6. Árboles plantados por especie en San Miguelito.....	36
7. Árboles plantados por especie en San Miguelito.....	36
8. Criterios de evaluación para el aspecto de las hojas.....	38
9. Encuesta a los participantes en el taller.....	41
10. Lista de de árboles de la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui.....	46
11. Lista de arbustos de la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui.....	47
12. Características de las especies elegidas.....	48, 49 y 50
13. Arreglo de árboles por parcela en San Miguelito.....	51
14. Arreglo de árboles por parcelas en Cerro Colorado.....	51
15. Aspecto de las hojas de los árboles en San Miguelito.....	54
16. Aspecto de las hojas de los árboles en Cerro Colorado.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Localización de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui en el Estado y Municipio de Querétaro. Elaboración Miranda 2007.	17
2. Rango de pendientes. Elaboración Miranda 2007.	18
3. Climograma de la estación Meteorológica de Juriquilla. CNA, 2004.	19
4. Mapa de Vegetación de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui 2007.	21
5. Bosque tropical caducifolio en el Cerro el Paisano y pastizal inducido.	22
6. Matorral subtropical en el Cerro de la Media Luna.	24
7. Agricultura de temporal en la parte baja del Cerro de la Media Luna.	25
8. Reforestación en la Escuela Telesecundaria de San Miguelito.	30
9. Ruta Crítica.	32
10. Parcelas en San Miguelito y Cerro Colorado.	42
11. Temperatura y precipitación 2006 y 2007 Santa Rosa Jáuregui. CEA 2007.	43
12. Producción de hojas de las especies de San Miguelito.	52
13. Producción de hojas en las especies de Cerro Colorado.	53
14. Producción de hojas en <i>Lysiloma divaricata</i>	55
15. Producción de hojas en <i>Celtis pallida</i>	55
16. Producción de hojas en <i>Senna polyantha</i>	56
17. Producción de hojas en <i>Eysenhardtia polystachya</i>	57
18. Producción de hojas en Acacias.	57
19. Producción de hojas en <i>Celtis pallida</i>	58
20. Producción de hojas en <i>Tecoma stans</i>	59
21. Producción de hojas en <i>Buddleja cordata</i>	59
22. Ataque de herbívoros en <i>Buddleja cordata</i>	60
23. Producción de hojas en <i>Dodonaea viscosa</i>	60
24. Daños causados por heladas en <i>Dodonaea viscosa</i>	61
25. Producción de hojas en <i>Prosopis laevigata</i>	61
26. Crecimiento de altura en tallo por especie en San Miguelito.	62
27. Copros de burros encontrados en la parcela de San Miguelito.	63
28. Crecimiento de altura en tallo por especie en Cerro Colorado.	63
29. Crecimiento de tallo en <i>Lysiloma divaricata</i>	64
30. Crecimiento de tallo en <i>Celtis pallida</i>	64
31. Crecimiento de tallo en <i>Eysenhardtia polystachya</i>	65
32. Crecimiento de tallo en <i>Senna polyantha</i>	66
33. Crecimiento de tallo en Acacias.	66
34. Crecimiento de tallo en <i>Celtis pallida</i> en Cerro Colorado.	67
35. Crecimiento de tallo en <i>Tecoma stans</i>	68
36. Crecimiento de tallo en <i>Buddleja cordata</i>	68
37. Crecimiento de tallo en <i>Dodonaea viscosa</i>	69
38. Crecimiento de tallo en <i>Prosopis laevigata</i>	69
39. Tallo de <i>Prosopis laevigata</i> cortado en su ápice por roedores.	70

40. Copros de burros, e insectos encontrados en Cerro Colorado.....	70
41. Crecimiento de diámetro en San Miguelito.....	71
42. Crecimiento de diámetro en Cerro Colorado.....	71
43. Supervivencia de árboles en San Miguelito.....	72
44. Supervivencia por especie en San Miguelito.....	73
45. Supervivencia de árboles en Cerro Colorado.....	73
46. Supervivencia por especie en Cerro Colorado.....	74
47. Asamblea Ejidal en San Miguelito.....	75
48. Taller en Cerro Colorado.....	75
49. Plantación en San Miguelito y Cerro Colorado.....	76
50. Conocimiento de arbustivas.....	77
51. Porcentaje de árboles nativos y no nativos que conoce la gente.....	78
52. Usos de arbustivas.....	79
53. Agotamiento de los árboles por su uso.....	79
54. Árboles que la gente quiere tener en su comunidad.....	80
55, 56 y 57 Recorrido por el arboretum en el INIFAP Campo Experimental Bajío.....	82

I.- INTRODUCCIÓN

Las microcuencas son escenarios naturales donde participan diferentes factores en sus múltiples procesos, la vegetación es un elemento de alta importancia. La cobertura vegetal representa la expresión de las diferentes condiciones ecológicas de cada lugar y en la actualidad se considera también del manejo de los recursos en esos sitios; por lo tanto juega un papel prioritario en el equilibrio, conservación y manejo de las microcuencas, ya que su presencia y estado ecológico están estrechamente ligados a la captación y conservación de agua y protección de suelo (Pineda y Hernández, 2000). Todas las vertientes de las cuencas deben manejarse manteniendo una cobertura vegetal suficiente que permita amortiguar las precipitaciones, controlar la erosión y las inundaciones (Sánchez *et al.* 2003). No obstante este importante papel de la vegetación, las cuencas y subcuencas en México se están degradando debido a la reducción de la cubierta vegetal, erosión del suelo, pérdida de nutrientes, contaminación agroquímica y eutroficación (Albert, 1996).

Durante mucho tiempo se pensó que los bosques eran recursos inagotables. Hoy sabemos que los estamos perdiendo. Es fundamental recordar que los bosques y el agua son un binomio inseparable. Sin árboles, no hay retención de la lluvia, por lo tanto, se reduce la tasa de infiltración y se incrementa el escurrimiento superficial. Los bosques son “fábricas de agua” y refugio de la vida silvestre; también evitan las inundaciones y la erosión, protegen la fertilidad del suelo, producen oxígeno y representan paisajes y lugares con alto valor estético (Sánchez *et al.*, 2003).

La deforestación y consecuentemente desaparición de ecosistemas de bosques y selvas se ha dado fundamentalmente a partir de la década de los treinta, cuando se pusieron en marcha las políticas agrarias más significativas de la posrevolución, y se aceleró el crecimiento demográfico. Hoy en día, la deforestación persiste a ritmos muy elevados, que ubican a nuestro país entre los primeros en el planeta en lo que se refiere a este dudoso honor. Los datos oficiales más recientes reportan tasas anuales de deforestación superiores a las 500 mil hectáreas, con mayor incidencia en el sur y sureste de México (donde paradójicamente sobreviven los ecosistemas más valiosos). Otras estimaciones han

llegado a ubicar las tasas de deforestación en cerca de 1.5 millones de hectáreas anuales (Quadri de la Torre, s/f).

El agotamiento acelerado de nuestros recursos forestales tiene varias causas, como son: la tala inmoderada, los incendios, las plagas y enfermedades, pero en realidad éstos sólo son efecto de una problemática social y económica de proporciones locales y globales. La deforestación puede iniciarse debido a una inapropiada aplicación de los métodos de aprovechamiento silvícola, sin considerar los servicios ambientales que brindan los bosques. Muchas veces el agotamiento ocurre debido al libre acceso a las tierras forestales de propiedad comunal, donde no existe un ordenamiento del territorio ni un plan de manejo de los recursos naturales. En otros casos debido a la necesidad de leña y carbón que tienen las comunidades rurales marginadas. Otra causa es la escasez de tierras productivas, debido al cambio de uso de suelo forestal de las laderas para dedicarlas a la labranza, donde los campesinos aplican la roza-tumba y quema y muchas veces se ocasionan incendios cuando estas prácticas salen de control. El sobrepastoreo en tierras con pendiente elevada es otra causa que además origina la compactación de los suelos, a lo anterior se agregan las fuertes lluvias y la fuerza del viento. El crecimiento demográfico es otra causa indirecta, debido al incremento en la demanda de bienes de mercado (Sánchez *et al.*, 2003).

Afortunadamente en los sistemas forestales existe un gran interés, desde el punto de vista productivo, que se refleja en la gestación de políticas públicas en México para revertir la degradación asociada con la pérdida de las masas forestales y por lo tanto de los servicios ambientales que estas comunidades ecológicas brindan. Con esta intención se promueve establecer políticas que impulsen la tarea de iniciar proyectos y programas encaminados a reforestar y, de ser posible, a restaurar y rehabilitar la cobertura vegetal perdida, promoviendo para ello el uso de especies nativas. (Benítez *et al.*, 2004).

Vázquez-Yanes *et al.*, (1999) mencionan que para hacer un uso exitoso de las especies nativas de cada región en programas de desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles, restauración ecológica y reforestación es indispensable profundizar nuestro conocimiento sobre la biología, la ecología, la propagación y el manejo de las especies nativas

disponibles, a fin de posibilitar la domesticación de dichas especies y desarrollar técnicas eficientes de propagación. Es importante también tomar en consideración la utilidad de las especies para la población local, ya que ello redundará en una mejor conservación de las zonas restauradas.

La Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui constituye una microcuenca captadora y generadora de escurrimientos hacia las zonas urbanas más pobladas del Estado de Querétaro, por ello es importante el buen uso y conservación de sus recursos naturales, en particular la vegetación, es una de las recomendaciones del Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui (PRPC SRJ). La pérdida de la cobertura vegetal natural en los últimos 30 años, debido a la presión poblacional y prácticas inadecuadas, repercute en la pérdida de suelo y poca captación de agua. Por ello es necesario inducir el desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales mediante la plantación de especies arbustivas nativas que tengan características adecuadas para su fácil establecimiento y crecimiento, además de ser especies con importancia ecológica y de interés para los habitantes del lugar (PRPC SRJ, 2004).

Este estudio comprende el empleo de diez especies de arbustivas nativas del Bosque Tropical Caducifolio y del Matorral Espinoso presentes en la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui en el Municipio de Santiago de Querétaro, Qro. con alto valor de importancia ecológica, *Acacia farnesiana* (huizache yóndiro), *Acacia schaffneri* (huizache chino), *Buddleja cordata* (tepozán), *Celtis pallida* (granjeno), *Dodonaea viscosa* (ocotillo), *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce), *Lysiloma divaricata* (palo prieto), *Senna polyantha* (tepehuaje), *Tecoma stans* (tronadora) y *Prosopis laevigata* (mezquite). Estas especies fueron plantadas en dos localidades pertenecientes a la microcuenca: Cerro Colorado y San Miguelito. La elección de los sitios de estudio fue considerando que se encuentran en la parte alta de la microcuenca, dada la importancia que tienen las zonas altas para la recarga de los acuíferos. Durante 15 meses se midió el porcentaje de sobrevivencia, y su crecimiento, para determinar qué especies presentan mayor capacidad para establecerse. Estos datos son importantes para identificar a las especies más viables en las propuestas de

reforestación de la zona ya que es necesaria y urgente la protección de sus áreas naturales y la restauración de las zonas alteradas, para lo cual las especies nativas se han propuesto como una recomendación en el PRPC SRJ, (2004). Además de la importancia ecológica de las especies elegidas, éstas también tienen importancia económica para los habitantes, por este motivo se llevó a cabo un taller sobre “Propagación de arbustivas nativas en vivero rústico” en el INIFAP, Campo experimental Bajío.

Cabe destacar que las especies plantadas estuvieron expuestas a las condiciones naturales en cada sitio, es decir sin todos los cuidados que cuentan al estar en el vivero, ya que esta es una situación a la que quedan expuestas cuando se emplean con fines de restauración o reforestación.

II. - MARCO TEORICO

II.1.- Importancia de la vegetación nativa

La vegetación, de acuerdo a Hernández (2001) es “La comunidad de plantas definida por su fisonomía o el aspecto que le dan las formas de vida dominantes (árboles, arbustos o hierbas), por su afinidad geográfica y por características indicativas como alturas, fenología, espinas, tipos de tallos, arreglos de hojas”. La vegetación conforma los hábitats para la supervivencia y mantenimiento de las diferentes especies animales, además de ser una parte estructural de los ecosistemas (Hernández y Martínez, 1995).

Para Benítez *et al.*, (2004) la vegetación nativa provee de muchos servicios ambientales, como la regulación del clima, el mantenimiento de la composición atmosférica, el secuestro de carbono y la producción de oxígeno. También preserva el suelo de la erosión y regula el ciclo hidrológico a escala local (contribuye a la captación de agua y previene inundaciones). Además conserva un extenso “almacén genético”, reservorio de la diversidad biológica. Este almacén mantiene sistemas productivos de varios sectores de la población humana, contiene un gran número de especies potencialmente útiles para el hombre y es el hábitat de la vida silvestre. El uso de la vegetación para recreación y esparcimiento es otro de los servicios que proporciona, además no necesita de manejo para

su mantenimiento y por lo tanto no requiere de inversión. En los bosques de especies nativas existe un “equilibrio biológico” bajo condiciones naturales, y el ataque de enfermedades y agentes destructivos raras veces alcanza grandes proporciones, el daño se limita a árboles viejos o débiles.

II.2.- El papel de la vegetación arbórea y arbustiva

Sánchez *et al.*, (2003) mencionan que el manejo de cuencas comienza con el ordenamiento territorial de las partes altas, allí hay que establecer una cobertura vegetal densa para incrementar la intercepción del agua de lluvia para que pueda infiltrarse y recargar los acuíferos, los árboles con sus profundas raíces y la espesa vegetación arbustiva y herbácea, absorben el agua rápidamente. Román (2001) habla del papel que juegan los árboles en los ciclos del agua, oxígeno, carbono y nitrógeno. El agua de lluvia al caer sobre la tierra cubierta de bosques tiende a humedecer el suelo y permanece ahí sin correr, reduciendo la erosión y las inundaciones. Las raíces de los árboles también contribuyen con la formación y fijación de los suelos, mejoran la fertilidad por los compuestos nitrogenados que se forman en muchas especies o bien por la descomposición de ramas, hojas, flores y frutos al formar el mantillo, que más tarde se convierte en suelo; además proporcionan hábitat y alimento a la fauna silvestre.

Niembro (1986) enlista algunos de los beneficios de los árboles y arbustos tanto en el medio rural como en el urbano: en el medio rural proporcionan a la gente principalmente leña y carbón como combustible, material de construcción, artículos de uso agrícola y doméstico, semillas, néctar, frutos, forraje, ceras, y sustancias medicinales, así como esencias y condimentos. En el medio urbano regulan la temperatura, favorecen la precipitación, disminuyen el ruido y depuran el aire, además de brindar diversidad y armonía al paisaje. Desde el punto de vista industrial muchas especies son apreciadas por su madera o porque producen goma, cera, látex, alcaloides, esencias, colorante y resinas. Tales productos se utilizan para fabricar pulpa para papel, pintura, laca, barnices, explosivos, lubricantes, perfumes, fármacos, jabones, tintas e insecticidas.

Los árboles y arbustos son fuente importante de alimento para la ganadería y la

fauna silvestre, principalmente durante la época seca. Una gran cantidad se utilizan como fuente de alimento para animales domésticos en zonas áridas, semiáridas y tropicales, entre ellas destacan especies de leguminosas como *Acacia* spp., *Albizia* spp., *Leucaena* spp., *Eysenhardtia polystachya*, *Gliricida sepium*, *Eritrina* spp., *Prosopis juliflora*, *P. laevigata*, *Caliandra* spp., *Pitecelobium* spp. y *Caesalpinia* spp., entre otras (Román, 2001).

II.3.- Árboles multipropósito

Gran número de especies tropicales y subtropicales de tipo arbóreo son empleadas para usos diversos, por lo cual se denominan árboles multipropósito (AMP's) Estos son elementos fundamentales para el desarrollo sostenible, los cuales deben reunir características de adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas entre ellas, ser capaces de fijar nitrógeno atmosférico, lo que permite restaurar la fertilidad del suelo, sumideros del bióxido de carbono, que promuevan y mantengan la biodiversidad, ayuden al control de la erosión del suelo en áreas de pendientes pronunciadas al formar barreras mecánicas y retener el suelo con sus raíces superficiales, útiles como cercos vivos, que presenten una gran diversidad bioquímica, proporcionen alimento al ganado y a la fauna silvestre, así como alimento para humanos utilizando los frutos, especies, grasas, azúcares, medicinas, colorantes y otras materias primas, sean fuente rica de néctar y polen para la apicultura, proporcionen sombra y microclima para las plantas, el ganado y los suelos, se puedan usar para la obtención de leña y carbón, asimismo contribuyan a transportar agua y minerales de las capas profundas del suelo a áreas superficiales, se utilicen en la elaboración de artesanías, entre otros (Román, 2001).

Benítez *et al.*, (2004) mencionan que el papel de una planta leñosa no está limitado a su función de producción y servicio, en general, los factores primordiales para la aceptación de una especie están relacionados con los beneficios económicos, aunque los factores sociales son determinantes, son más difíciles de cuantificar que los económicos; muchas veces la aceptación de las especies está determinada por su utilidad, generalmente las especies de uso múltiple, multiusos o multipropósito son las más favorecidas.

II.4.- Crecimiento en plantas

Ramírez y Rodríguez (2004) mencionan que año con año se llevan a cabo plantaciones de árboles con fines de reforestación y restauración pero la sobrevivencia no siempre es la deseada debido a diversos factores que limitan el establecimiento y crecimiento de los árboles, como la exposición y disponibilidad de micrositos, además también hablan de calidad de planta refiriéndose a aquélla que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer, en las condiciones ambientales en las que será plantada

El crecimiento de las plantas es un proceso que representa la síntesis de nuevos materiales vivos. Las hojas, tallos y raíces son un mecanismo que permite a la planta producir y almacenar alimentos para su crecimiento y éste solo puede producirse cuando la elaboración de alimento de las plantas rebasa al consumo de la misma, así la fotosíntesis constituye un requisito previo para el crecimiento (Fuller *et al.*, 1974). La productividad primaria es la producción de materia orgánica a partir de la transformación de energía solar, dióxido de carbono y agua en glucosa y tejido vegetal y en biomasa que ocurre mediante la fotosíntesis. Las tasas de fotosíntesis y respiración son medidas indirectas de crecimiento; la fotosíntesis depende de la producción de hojas y la asimilación de carbón por unidad de área o masa. El carbón ganado es determinado por la disponibilidad local de luz, agua y nutrientes (Rodríguez *et al.*, 2003)

La interpretación biológica de crecimiento comprende conceptos tanto cuantitativos como cualitativos. Cuantitativamente, el crecimiento es un aumento irreversible del tamaño de una célula, un tejido, un órgano o un organismo, y suele ir acompañado de un aumento en la cantidad de protoplasma y de peso seco. El aspecto cualitativo del crecimiento, designado en ocasiones como desarrollo, comprende todos los cambios estructurales que tienen lugar en el curso del crecimiento (Fuller *et al.*, 1974).

El crecimiento puede ser estudiado por la medición del tamaño de una planta o de alguna de sus partes a distintos intervalos de tiempo. La tasa de crecimiento es medida

determinando el cambio en tamaño en un intervalo de tiempo. Una tasa típica de crecimiento puede expresarse como centímetros por día o gramos de peso seco o fresco por día. Se pueden medir la talla, longitud o ancho de una parte de la planta u otros órganos, o aún el peso fresco o seco (Salisbury y Parke, 1968). Considerando que cerca del 95% de los constituyentes vegetales es materia orgánica derivada del carbono asimilado por vía fotosintética, es posible utilizar el balance de carbono como un método alternativo en la medición de la productividad y, por tanto los datos de ganancia en biomasa (como el aumento de hojas) a corto plazo pueden usarse para estimar tasas fotosintéticas. (Goytia, *et al*, 1996).

Sarmiento (2001) menciona cuatro índices de crecimiento que reflejan la relación del incremento de materia a lo largo del tiempo, los dos primeros están directamente relacionado con las hojas de la planta, éstos son:

- **AN:-Tasa de asimilación neta:** calcula la ganancia en peso debido a la fijación de dióxido de carbono por unidad de área de la hoja en un tiempo determinado, se expresa en $\text{mg/m}^2/\text{day}$.
- **SF:-Índice de superficie foliar:** calcula la superficie foliar por unidad de área de superficie terrestre, se expresa en mm/m^2 .
- **CA:-Tasa de crecimiento absoluto:** calcula el peso seco producido por una planta por unidad de tiempo, se expresa en $\text{g}/\text{día}$.
- **CR: Tasa de crecimiento relativo:** calcula el peso seco producido por unidad de planta en un tiempo dado, se expresa en $\text{g}/\text{g}/\text{día}$

Existen dos tipos de crecimiento: primario y secundario: el crecimiento primario es el proceso que conduce a la elongación de los tallos y de las raíces y dispone el patrón básico de las células y los tejidos primarios característicos del tallo en particular y de los cuales depende el funcionamiento y el crecimiento futuros. El crecimiento secundario es el proceso mediante el cual las plantas leñosas aumentan el grosor de los troncos, tallos, ramas y raíces (Robbins *et al.*, 1974).

El crecimiento en altura, diámetro a la altura del cuello de la raíz, peso o volumen

de la planta y sus partes aérea y subterránea además de características subjetivas como follaje vigoroso, tallo sin deformaciones y raíz fibrosa son características morfológicas necesarias para sobrevivir y crecer. La altura es la característica morfológica más fácil de determinar en árboles juveniles aunque tiene poco valor como indicador único, pero combinado con el diámetro y arquitectura del tallo adquiere mayor importancia. El diámetro del tallo (a la altura del cuello de la raíz), puede reflejar el tamaño del sistema radical. Los árboles juveniles con mayor diámetro usualmente tienen un abundante sistema radical (Ramírez y Contreras, 2004).

La medición de altura en árboles adultos se puede hacer de forma directa o indirecta, la primera consiste en escalar el árbol y se toma la longitud con cintas métricas o mediante el derribo del árbol. En las mediciones indirectas se recurre a principios geométricos o trigonométricos (Román de la Vega *et al.*, 1994).

La medición del diámetro consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca a la circunferencia. La importancia básica de la medición del diámetro radica en que es una dimensión que casi siempre se puede medir directamente y con ésta se puede calcular el área de la sección transversal y el volumen con intereses forestales. Por lo general los diámetros de los árboles en pie se miden de una manera directa, ya sea utilizando forcípulas, cintas o reglas especiales (Román de la Vega, *et al.*, 1994).

En la literatura consultada no se encontró el criterio que se emplea para mediciones de altura y diámetro en arbustos, ya que al presentar más de un tallo, debe decidirse si se suman, se promedian, o se elige uno de los tallos únicamente como muestra para estas mediciones.

El crecimiento es resultado de numerosos procesos fisiológicos que son afectados por diversos factores internos y externos que influyen sobre las actividades metabólicas. Los factores internos que afectan el crecimiento son principalmente los inherentes al protoplasma de una especie (factores hereditarios), los factores externos son principalmente

la luz, temperatura, humedad, elementos nutritivos del suelo, alimentos, oxígeno, bióxido de carbono y otros gases, la gravedad, los ataques de parásitos y otros organismos vivos. El pisado de las pezuñas de ganado, ovejas y otros animales domésticos causan daño a los retoños de las plantas, revuelven y destruyen sus raíces, causando a menudo su muerte. Además los animales herbívoros domesticados comen las hojas de plantas y reducen, así su actividad fotosintética. Los conejos y otros animales silvestres comen la corteza y, con frecuencia, ciñen los troncos de árboles jóvenes, causando su muerte (Fuller *et al.*, 1974).

II.5.- Crecimiento en función del mejoramiento de los suelos con fines forestales.

El suelo aporta las cantidades y clases de elementos nutricios asequibles a las plantas y éstos ejercen una influencia enorme sobre el crecimiento. Si las plantas no obtienen los elementos necesarios para la síntesis del alimento, la formación de clorofila, la construcción de protoplasma y otras actividades metabólicas se traducen en aberraciones fisiológicas pronunciadas (Fuller *et al.*, 1974).

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable debido a lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de que ha sido erosionado o deteriorado física o químicamente. Estudios recientes muestran que el 64% de los suelos del país presentan algún tipo de degradación y que la causa principal es la deforestación asociada a los cambios del uso del suelo y actividades agropecuarias, es por ello que el cuidado de los suelos en las zonas forestales, es una acción prioritaria para lograr una completa recuperación de los bosques y selvas de México, pues sin suelos fértiles, el agua no se retiene y la vegetación no puede desarrollarse (CONAFOR, 2004).

Se llama mejoramiento de suelos al procedimiento mecánico y artificial mediante el cual se busca obtener un material que cumpla con ciertos requerimientos. Generalmente el mejoramiento de suelos tiene como objetivos principales aumentar la resistencia, aumentar o disminuir la permeabilidad dependiendo el uso del suelo y abatir, en lo posible, los cambios volumétricos (Licerio, 2007).

El uso del calcio, Ca^{2+} , ha sido propuesto para aumentar la infiltración de los suelos arcillosos y reducir la erosión y el escurrimiento superficial. (Licerio, 2007). Por otra parte el uso de polímeros que retengan el agua puede ser una alternativa para reducir el agrietamiento de los suelos, la poliacrilamida (PAM) ha sido utilizada en suelos para elevar el contenido de humedad y para reducir la erosión del suelo en sistemas de riego en surcos. El yeso agrícola o sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) se utiliza con fines agrícolas, ya que contribuye a controlar la degradación del suelo y mejorar sus características físicas. También se emplea para neutralizar los suelos alcalinos y salinos, proporciona azufre y soporte catalítico para la utilización máxima de fertilizantes y para mejorar la productividad en las leguminosas (Licerio, 2007).

III.- ANTECEDENTES

III.1.- La vegetación en México

Entre las consecuencias más palpables de la actividad humana sobre el entorno está la desaparición de la cobertura vegetal. Algunas de las causas principales de esta alteración ecológica son actividades primarias como la agricultura y la ganadería, pero no son menos importantes ciertos aprovechamientos forestales (Benítez *et al.*, 2004). La vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones en un tiempo relativamente corto, muy pocas áreas del territorio nacional contienen aún comunidades ecológicas inalteradas (Vázquez- Yanes *et al.*, 1999).

A partir de los años cuarenta, la vegetación natural ha venido sufriendo cambios considerables, producto de las concesiones para la explotación de los recursos, así como del cambio en el uso de la tierra. Las principales causas de la transformación de las áreas naturales han sido las actividades agropecuarias, el mal manejo de los pastizales y la tala excesiva con diferentes fines. Dentro de los factores indirectos se tiene a las industrias altamente contaminantes (petrolera, termoeléctrica, química, etc.) y el crecimiento acelerado de la población (SEDESU, 1994).

Desde 1993 los bosques y pastizales han sido los tipos de vegetación más

afectados por la ganadería, mientras que los matorrales y selvas han sido mayormente utilizados por la agricultura. Hasta 1999 se había perdido el 56.4% de la cubierta total forestal del territorio (Sanaphre, 2006)

III.2.- La vegetación nativa en la restauración ecológica.

La restauración ecológica puede definirse como “un conjunto de prácticas realizadas en ambientes degradados, encaminados a favorecer su retorno, lo más fielmente posible, a la condición del ecosistema previo a las alteraciones”, lo cual no es fácil de lograr, sin embargo un buen inicio sería al menos contrarrestar los efectos de la falta de cobertura vegetal. Actualmente, la restauración ecológica que se practica tiene alcances similares a los de los programas de reforestación, es decir, se limita a la introducción de especies, sin dar seguimiento al establecimiento y sobrevivencia (Benítez *et al.*, 2004).

En México, las prácticas de reforestación han empleado principalmente especies exóticas, debido al desconocimiento de la ecología de las especies nativas (Benítez *et al.*, 2004). En el Estado de Guanajuato, por ejemplo, además de la explotación de las diferentes especies que componen la vegetación nativa, las políticas de reforestación han mermado aún más la diversidad de la zona, las cuales dan preferencia al uso de especies de otros países (por ejemplo eucaliptos y casuarinas de origen australiano y a la plantación de grandes extensiones con una sola especie (monocultivos con *Agave*) trayendo como consecuencia el desequilibrio ecológico (Terrones *et al.*, 2004).

Este empleo de especies de árboles exóticos mundialmente conocidos y algunas especies nativas biológicamente mal conocidas, en los programas de reforestación desarrollados por los gobiernos estatales, el ejército y las dependencias del gobierno federal ha impedido que se tenga algún éxito (Vázquez-Yanes, *et al.*, 1999). Por ello es necesario realizar campañas encaminadas a motivar el uso de especies nativas y el desarrollo de una cultura que las valore en las tareas de reforestación y restauración (Benítez *et al.*, 2004).

Vázquez-Yanes *et al.*, (2004) recomiendan que las plantas valiosas para la restauración y la reforestación debieran presentar las siguientes cualidades:

- 1 Ser de fácil propagación.
- 2 Resistir condiciones limitantes (baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad).
- 3 Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como hojarasca.
- 4 Tener alguna utilidad extra a su efecto restaurador (AMP's)
- 5 Nula tendencia a adquirir una propagación malezoide invasora, incontrolable.
- 6 Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en el suelo.
- 7 Que tiendan a favorecer el establecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas.

Afortunadamente los esfuerzos por recuperar la vegetación nativa en muchos lugares donde se han sobreexplotado bosques y selvas cobran cada día mayor interés por parte de Gobierno, entre los que se puede mencionar a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) que ha publicado diversos documentos *on line* sobre especies nativas para diferentes estados de la República Mexicana, desde ambientes templados como áridos y semiáridos. El Instituto Nacional de Ecología (INE) también ha elaborado algunos manuales para la reproducción de plantas útiles; así como la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) que en colaboración con la Universidad Autónoma de México (UNAM) y el INE (sin año) publicaron un manual para la reforestación con especies nativas (Sanaphre, 2006).

Entre otros esfuerzos al respecto, podemos mencionar el de Vazquez-Yanes *et al.*, del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México que durante el período 1996 -1998 llevaron a cabo la investigación “Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación” que incluye monografías de 233 especies leñosas nativas, principalmente especies tropicales, de México y siete especies introducidas de América u otros continentes ya naturalizadas en el territorio mexicano. De esta investigación se publica un manual en donde se incluye información en forma de monografías o informes individuales para 70 de las 240 especies leñosas seleccionadas.

Para el estado de Veracruz Benítez *et al.*, (2004) publican la obra “Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones”; en esta obra se presentan también fichas técnicas donde se busca combinar el tratamiento sistemático con la información botánica, ecológica y hortícola disponible para fomentar el empleo de las especies nativas en la restauración ecológica, reforestación, plantaciones forestales y otros fines. Se destacan los usos encaminados a buscar alternativas viables y productivas que cumplan además con funciones de conservación.

Frías *et al.*, (1993) mencionaron la importancia que tiene el mezquite *Prosopis laevigata*, al norte del estado de Guanajuato, donde una de las actividades en la explotación de los recursos naturales lo constituye la recolección de leña con fines energético-doméstico, asimismo, se reconoce su papel en la producción de forraje y madera, importante también en la producción apícola y componente del equilibrio ecológico (formación y retención del suelo, ciclo hidrológico, hábitat de especies vegetales y animales) entre otros.

III.3.- Propagación de Arbustivas nativas

En el pasado, la selección de especies para propagar respondía a un patrón de tipo histórico: por un lado, las especies de frutales más comunes y las coníferas (existe una relación intuitiva entre coníferas y reforestación), y por otro, las exóticas que tradicionalmente se utilizaban con fines ornamentales, aunque también para reforestación. Sin embargo, en los últimos años ha crecido el interés por la propagación de especies nativas, probablemente asociado con el cambio en las políticas que responden a una creciente conciencia del valor y papel ambiental de la flora nativa. (Benítez *et al.*, 2004).

Terrones *et al.*, (2004) presentan una técnica para propagar las arbustivas sin el uso de agroquímicos. En esta obra se presentan fichas técnicas para 206 especies que incluyen nombre científico, nombre común, hábitat, rasgos generales, usos y servicio ambiental que brindan. Respecto al apartado de propagación y manejo proporciona información sobre el período para la colecta de semilla, número de semillas por kilogramo, como llevar a cabo el tratamiento pregerminativo y recomendaciones para el manejo en

vivero.

III.4.- Establecimiento y sobrevivencia de leguminosas arbustivas

Las leguminosas arbustivas constituyen la vegetación dominante de la región árida y semiárida de México, sin embargo, los estudios sobre su manejo aún son escasos Guevara *et al.*, (s/f). Jurado *et al.*, (2005) mencionan que las leguminosas están entre las especies más importantes del matorral tamaulipeco y tienen una amplia distribución y abundancia, además son especies pioneras que actúan como nodrizas para el establecimiento de otras especies.

Jurado *et al.*, 2005 hicieron un estudio sobre establecimiento de semillas de leguminosas arbustivas de Tamaulipas en el noreste de México, en el cual mencionan que el establecimiento en plantas es una prioridad en las actividades de restauración. En estudios anteriores se ha determinado la influencia de la estación y el efecto de la sombra en el establecimiento de semillas de arbustivas, aunque existen pocos estudios hechos bajo condiciones naturales. Las especies del estudio fueron *Acacia berlandieri*, *Ebenopsis ebano*, *Havardtia pallens*, *Prosopis laevigata* y *Leucaena leucocephala*; los aspectos a evaluar para el establecimiento fueron la emergencia de las semillas, sobrevivencia, crecimiento del tallo y número de hojas, ante tres intensidades de luz. Todas las especies mostraron buena emergencia de semillas, sobrevivencia, crecimiento del tallo y presencia de hojas bajo condiciones de mayor sombra.

En la región del bajío de México, Guevara (en prensa) menciona un estudio “Efecto del acolchado de piedra y gel de poliacrilamida sobre el Establecimiento de leguminosas arbustivas”. Las especies fueron: *Leucaena leucocephala* y *Chamaecytisus proliferus* por sus características de crecimiento, palatabilidad, ausencia de espinas que compararon con otras leguminosas muy exitosas en su dispersión; *Prosopis juliflora*, *Acacia farnesiana*, y *Parkinsonia aculeata*. Aplicaron tratamientos con acolchado de piedra o rastrojo y 0 ó 50 g de poliacrilamida en sal potásica en un arreglo factorial con bloques. Los aspectos a medir fueron la sobrevivencia de las especies, el diámetro basal del tronco a 5 cm. de altura y la proyección lateral de la parte aérea utilizando fotografía digital.

Después de 33 meses *C. proliferus* no sobrevivió, *L. leucocephala*, *A. farnesiana* y *P. laevigata* y *P. aculeata* en 33, 58, 66 y 75%. *L. leucocephala* fue el arbusto con menor desarrollo. *P. aculeata* fue el árbol con mayor biomasa en tallo y raíz, excepto en hojas. *P. laevigata* y *A. farnesiana* fueron las que presentaron mayor biomasa de hojas. *P. laevigata* presentó menor longitud de raíz. Respecto al efecto del acolchado de piedra, éste mostró un efecto favorable sobre la sobrevivencia, acumulación de biomasa de tallos, hojas, raíz, diámetro del tronco y la longitud de la raíz.

III.5.- Reforestación en el Estado y Municipio de Querétaro

En el estado de Querétaro, en el año 2000 se proponen algunas especies nativas para la recuperación ecológica en la Microcuenca de Santa Catarina y en 2002 el Municipio de Querétaro publica una guía de árboles y arbustos con fichas técnicas de especies para parques o jardines urbanos con recomendaciones para su plantación y mantenimiento (Sanaphre, 2006). Pineda *et al.*, (2005) han propuesto el uso de la vegetación nativa como una medida en la recuperación de la cobertura vegetal, en los Planes Rectores de Producción y Conservación en las microcuencas de San Pedro (Huimilpan), Bravo (Corregidora y Huimilpan) y el Nabo (Querétaro).

En el municipio de Querétaro los ecosistemas que originalmente se encontraban en el área eran bosques de mezquite, en las zonas llanas entre los 1,780 y 2100 msnm, aproximadamente y diversos tipos de matorrales en terrenos de laderas y pies de monte; bosques templados de encino en todas las zonas serranas, por arriba de los 2,200 msnm y probablemente selvas bajas caducifolias. En la actualidad los mezquiales y selvas han desaparecido casi por completo, mientras los bosques de encino persisten en zonas muy aisladas y los matorrales se encuentran alternados con áreas desmontadas para diversos usos o asociaciones con pastizales (Municipio de Querétaro, 2003).

El Municipio de Querétaro dentro de su Plan Municipal de Desarrollo 2003-2006 llevó a cabo acciones como la producción de planta nativa en vivero para los programas operativos forestales del Municipio; otra de las acciones es la propagación y rescate de especies nativas en la Unidad de Manejo para la Conservación de la vida Silvestre (UMA)

en el Jardín Botánico Municipal; también elaboró un documento que incluye fichas técnicas de 23 árboles y arbustos nativos que se consideran más representativos de la zona; estas fichas contienen una descripción botánica, condiciones de cultivo, características paisajísticas y consideraciones para su mantenimiento y saneamiento; también se menciona su importancia económica o uso.

III.6.- Descripción de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui

III.6.1.- Descripción Físico-Biótica

Localización y morfometría.

La microcuenca de Santa Rosa Jáuregui se ubica en la porción central del municipio de Querétaro, al norte de la ciudad de Santiago de Querétaro (Fig.1), extendiéndose su extremo noreste hacia el municipio de El Marqués Las coordenadas extremas de la microcuenca se encuentran entre los $20^{\circ} 41' 37.3''$ y $20^{\circ} 48' 20.7''$ de latitud norte y los $100^{\circ} 24' 5.8''$ a $100^{\circ} 38.8''$ de longitud oeste. Tiene una extensión de 10 139 ha que representa el 14.49 % de la superficie del municipio de Querétaro (Fig. 1), con un perímetro de 51.3 Km, y 12.80 Km de longitud axial, es decir, del punto de salida hasta el extremo más alejado. De acuerdo a su extensión y por su tipo de drenaje de salida es una microcuenca de tipo exorreica (PRPC SRJ, 2004).

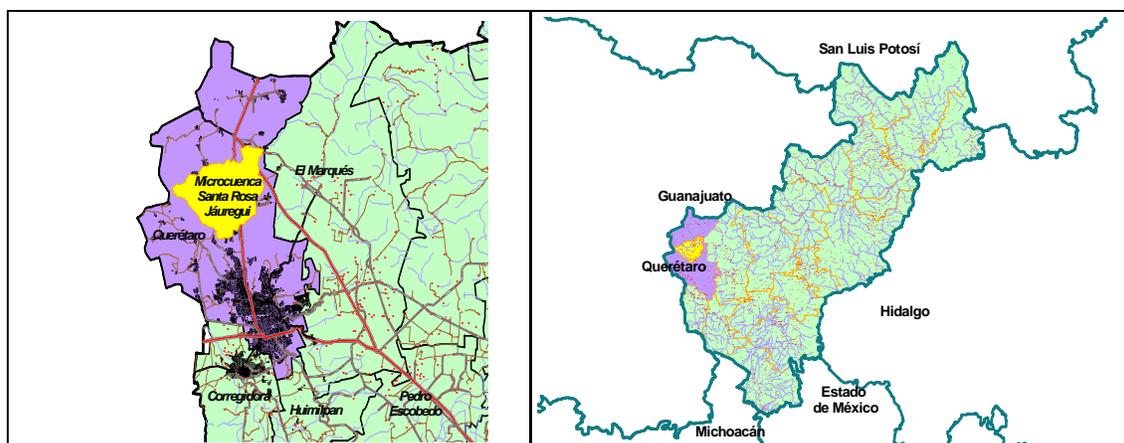


Figura 1. Localización de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui en el Estado y Municipio de Querétaro. Elaboración Miranda 2007.

Topografía

En la microcuenca existe una pendiente media igual a 9.52%; con un rango de pendiente mínimo igual al 4.68% y un rango máximo de 38.25%; existen tres rangos de pendiente: baja que abarca de 0 a 15% con una superficie de 883.82 ha; media de 15.01 a 30% con una superficie de 3,909.59 ha y alta que va de 30.01 al 50% con una superficie de 5,345.87 ha. Más de la mitad del territorio de la microcuenca presenta una pendiente alta. En total, la microcuenca presenta un desnivel de 730 metros, desde su extremo noreste (2600 msnm) hasta el punto de salida en su porción sur (Presa El Cajón, 1870 msnm). La elevación media de la microcuenca es de 2045 msnm (Miranda, 2007)(Figura 2).

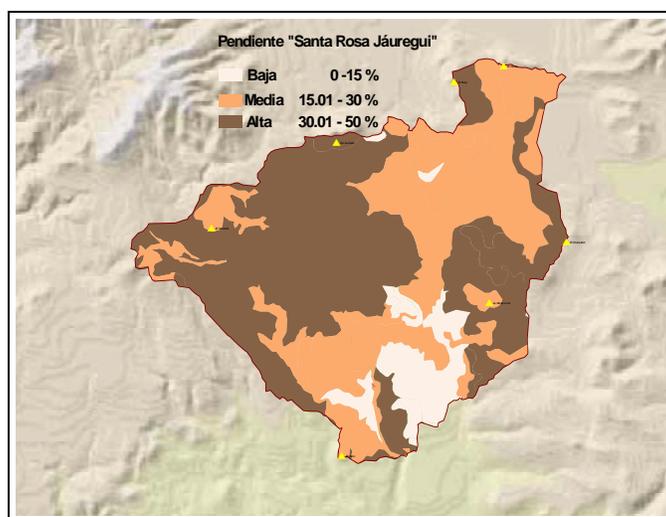


Figura 2. Rango de pendientes. Elaboración Miranda 2007.

Clima

El clima de la región es BS₁kw (w) (e), es decir, intermedio entre los climas muy áridos BW y los húmedos A o C. Dentro de los BS, el BS₁ son los menos secos. Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 16 y los 18° C. el mes más caliente tiene una temperatura superior a los 18° C. con la estación más seca en el invierno. Además, la precipitación del mes más húmedo en la mitad caliente del año es por lo menos diez veces mayor a la del mes más seco y en general el clima es extremo. Las lluvias son veraniegas y la precipitación media anual relativamente escasa, es cercana a los 510 mm. (Fig. 3) (PRPC SRJ, 2004).

La sequía, como fenómeno climático normal, se da anualmente en los meses del invierno y primavera, acentuándose entre abril y el inicio del mes de junio, en el período

más caluroso del año. Una pequeña sequía interestival es también común en la zona. Como fenómeno extremo, se presenta fundamentalmente en años cuya precipitación total es significativamente menor a la media o bien cuando el inicio de la temporada de lluvias, que en promedio ocurre en la segunda mitad de junio se atrasa por varias semanas (CQRN, 2003).

Las granizadas ocurren, por lo general, en los meses más cálidos del año (mayo a agosto) y se presentan, en promedio, dos días o menos en un año. Las heladas son más frecuentes e intensas que las granizadas, con una frecuencia media anual de 20 a 40 días anuales (CQRN, 2003).

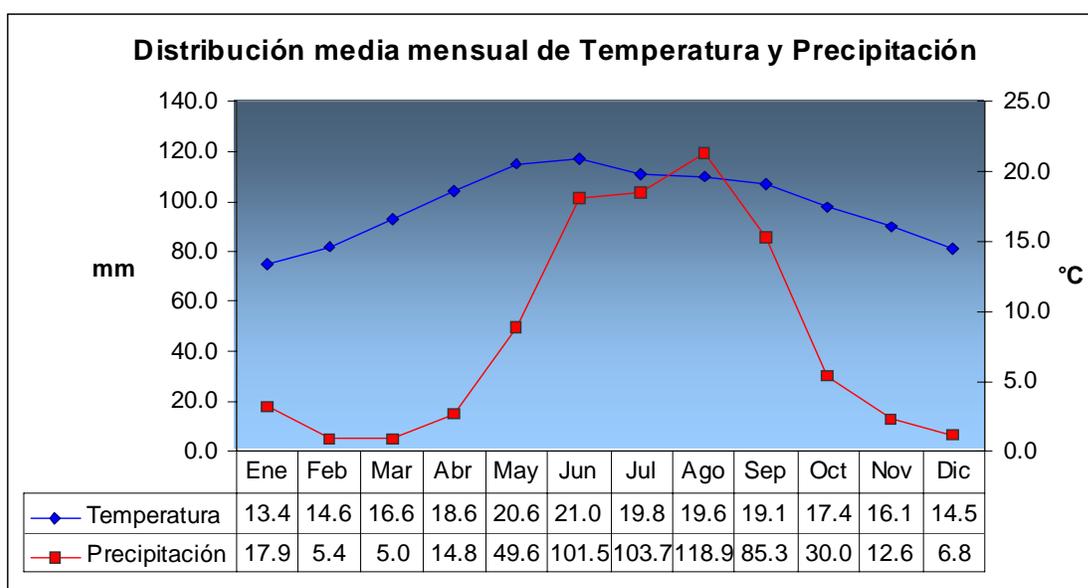


Figura 3. Climograma de la estación Meteorológica de Juriquilla. CNA, 2004.

Hidrología

La microcuenca Santa Rosa Jáuregui se encuentra en la región hidrológica 12, es decir, en la Región Lerma-Santiago de la porción del estado de Querétaro que corresponde a la cuenca Lerma Chapala. Debido a la cercanía al parteaguas continental y a la condición de semiáridéz que predomina en el área, la microcuenca presenta un sistema de corrientes dendrítico e intermitente. Los ríos que drenan son muy modestos, y en la actualidad no hay corrientes perennes o cuerpos de agua naturales. Así, la principal reserva de agua dulce en la zona está constituida por los depósitos subterráneos, formados en épocas más húmedas, utilizados actualmente en una medida creciente que rebasa significativamente, y desde hace tiempo, el volumen de la recarga natural (PRPC SRJ, 2004).

La infraestructura hidráulica consta de una presa, El Cajón, que constituye el punto de salida, además, se tienen 35 bordos parcelarios, que retienen un volumen equivalente a 2082 miles de m³. Aunque no existen corrientes de agua de importancia en la microcuenca los principales arroyos intermitentes son: El arroyo Colorado, que drena por la parte norte de la localidad Cerro Colorado; el arroyo Casa Blanca, que se ubica al sur de la localidad del mismo nombre; el arroyo Las Tinajas, que se ubica en la cañada del extremo oeste del cerro El Paisano, el arroyo San Isidro, situado al norte de la localidad del mismo nombre, el arroyo Jurica, uno de los afluentes que alimenta en su parte baja la presa El Cajón, y que se ubica en el extremo este del cerro El Paisano, y finalmente, el arroyo Las Chinitas, al noreste de la localidad Potrero Tetillas natural (PRPC SRJ, 2004).

La microcuenca se encuentra ubicada sobre tres acuíferos: 72% de su superficie sobre el valle de Buenavista (en equilibrio), 26% sobre el Valle de Querétaro (sobreexplotado) y en un porcentaje insignificante, 2%, sobre el Valle de Amazcala (sobreexplotado) (PRPC SRJ, 2004).

Suelo.

Únicamente se tienen tres tipos de suelo, de los cuales uno es ampliamente dominante: el vertisol pélico, que ocupa un 94 % de la superficie de la microcuenca. Le sigue el litosol, literalmente “suelo de piedra”, que se caracteriza por tener una profundidad menor a los 10 cm., representa el 20 % de la superficie, y está íntimamente asociado a las mayores elevaciones de la zona que definen el parteaguas de la microcuenca, así como en la cañada del arroyo Las Tinajas, al sureste de la comunidad de San Miguelito. Finalmente, se presenta el fluvisol éutrico, “suelo de río”, a lo largo del cauce principal, en la sección que va de Santa Rosa Jáuregui a la presa El Cajón, constituye el 1 % de la superficie total (INEGI 1973, 1981).

Vegetación

En la región existen diversos terrenos altos de sierras y lomeríos, que originalmente estuvieron poblados por bosques templados, principalmente de encino, matorrales de varios tipos y algunos bosques tropicales caducifolios, así como amplias zonas llanas cuya vegetación principal era de mezquital o bosque espinoso denso (Zamudio

et al.(1992). Sin embargo, la deforestación intensa que han sufrido desde la época Colonial, casi ha acabado con esta vegetación arbórea. En las zonas de mayor altitud y pendiente, la deforestación y las prácticas agropecuarias en terrenos frágiles dieron lugar a un proceso de erosión del suelo y degradación de los ecosistemas que ha provocado, sin duda, una disminución en la recarga natural de los acuíferos regionales, aunque su magnitud no se ha cuantificado (CQRN, 2003).

Para la descripción de los tipos de vegetación se tomó el mapa de SEDESU (2006), pero considerando la clasificación de Zamudio *et al.* (1992). Así encontramos que en la microcuenca existen cinco tipos de vegetación: Bosque tropical caducifolio, Matorral crasicuale, Matorral espinoso, Matorral subtropical y Pastizal inducido. La vegetación secundaria es el resultado de una perturbación previa y recolonización que en gran parte de la microcuenca está dada por el aumento en la distribución del “palo bobo” (*Ipomoea murucoides*) y pastos no nativos como *Melinis repens* (Fig. 4).

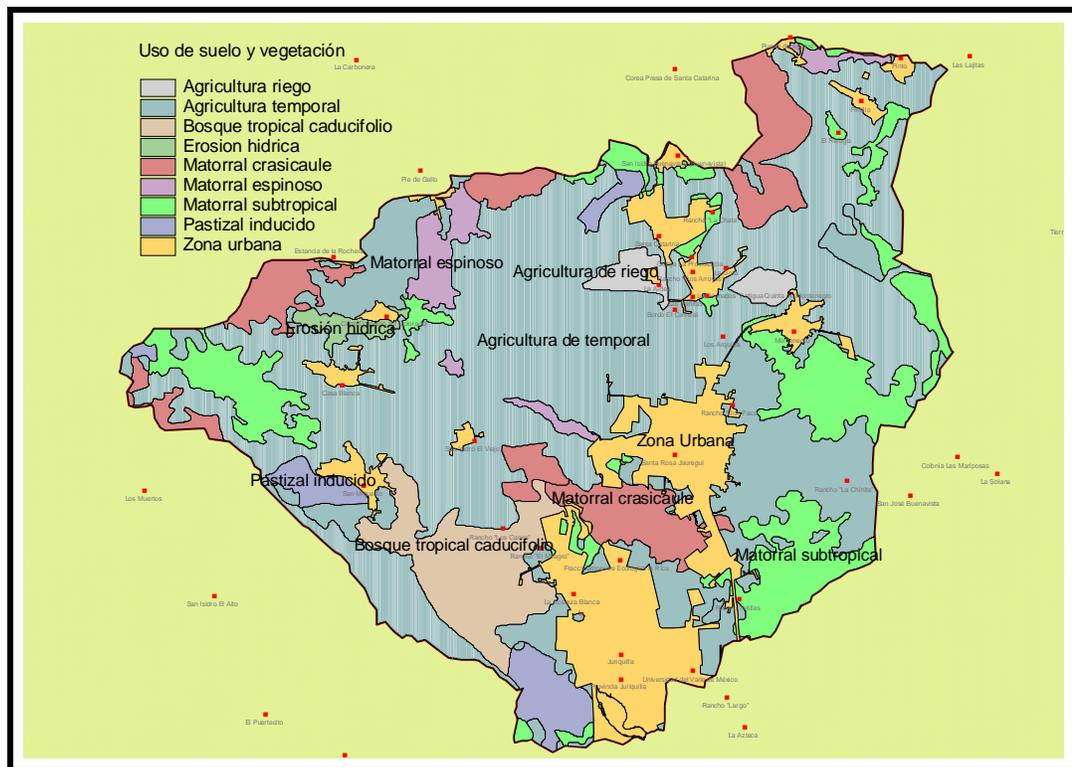


Figura 4. Mapa de Vegetación de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui 2007. Elaboración Miranda 2007.

Bosque tropical caducifolio.

En este ecosistema domina el estrato arbóreo y predominan especies con afinidad

tropical como “palo de arco” *Lysiloma microphilla* y “palo dulce” *Eysenhardtia polystachya* que no sobrepasan los 10 m de altura. En los sitios donde hay alteración se pueden observar especies como “uña de gato” *Mimosa aculeticarpa*, “huizache tepame” *Acacia pennatula*, y otras no espinosas como “palo bobo” *Ipomoea murucoides*. Otras especies que también se encuentran en esta asociación vegetal dentro de la microcuenca son: “palo xixote” *Bursera fagaroides*, “zorros” *Celtis caudata* y “tepehuaje” *Senna polyantha*, entre otras. Esta comunidad ocupa únicamente el 5.28% de la superficie de la microcuenca pero es importante como refugio y alimento para la fauna silvestre que aún existe, además tiene una cobertura que varía entre el 80 y 100% por lo que desempeña un papel importante en la protección y retención del suelo al evitar el escurrimiento y retener la humedad. Su ubicación se restringe al Cerro el Paisano, al noreste de la comunidad El Nabo y a las cañadas del Río proveniente de la comunidad de San Miguelito, en su porción aledaña a ese mismo cerro (PRPC, SRJ, 2004) (Figura 5).



Figura 5. Bosque tropical caducifolio en el Cerro el Paisano y pastizal inducido.

Matorral crasicaule

Esta comunidad está dominada por especies con tallos suculentos, principalmente de la familia Cactaceae, asociadas a especies arbustivas espinosas. Generalmente se distribuye en zonas de climas secos, en laderas y lomeríos entre los 1400 y 2500 m de altitud, sobre suelos someros derivados de rocas ígneas, andesitas, riolitas y basaltos y por ende con alto porcentaje de pedregosidad (Pineda-López y Hernández, 2000). En la microcuenca se

observan especies de “nopal cardon” (*Opuntia streptacantha*), “nopal hartón” (*O. hyptiacantha*), “xoconostle” (*O. imbricada*) y “garambullo” (*Myrtillocactus geometrizans*). Ocupa el 8.07% de la superficie de la microcuenca principalmente en cuatro polígonos: entre la zona sur de Santa Rosa Jáuregui y la parte norte de Juriquilla; en las laderas de los cerros el Buey y El Perrito en la parte este de la Presa Santa Catarina y en la parte baja del lado sur del Cerro Pie de Gallo así como en la parte noroeste de Cerro Colorado.

Matorral espinoso

Son comunidades densas con árboles y arbustos espinosos, los cuales llegan a medir hasta 5 m de alto. Entre estos se encuentran principalmente el “mezquite” (*Prosopis laevigata*) y en menor proporción el “huizache” (*Acacia farnesiana* y *A. schaffneri*). Este tipo de vegetación se distribuye entre los 2,050 - 2150 msnm en lugares planos o con poco relieve (Hernández, *et al.*, 2000). En la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui se observa poca presencia de “mezquite” (*P. laevigata*), por el contrario, los “huizaches” (*Acacia farnesiana*) y (*A. schaffneri*) se encuentran en mayor proporción y dependiendo del grado de alteración se pueden observar especies no espinosas indicadoras de disturbio como “palo bobo” (*Ipomoea murucoides*), “ocotillo” (*Dodonaea viscosa*) y “uña de gato” (*Mimosa acauticarpa*). Esta asociación vegetal ocupa el 2.18% de la microcuenca y la cobertura es variable entre un 60 y 80% dependiendo de las condiciones de pendiente y suelo y del grado de alteración. El 81.2% de este tipo de vegetación presenta un grado de perturbación alto, aquí la cobertura puede encontrarse entre un 40 y 60% (PRPC SRJ, 2004). Se ubica hacia el suroeste del Cerro Pie de Gallo.

Matorral Subtropical.

Es un tipo de vegetación denso, con árboles y arbustos de 3 a 4 m de alto, se caracteriza por la presencia tanto de elementos espinosos (50%) como de elementos inermes (50%). Entre los primeros que destacan los “granjenos” (*Celtis pallida* y *Condalia mexicana*) y el “garambullo” (*Myrtillocactus geometrizans*), mientras que las especies inermes son el “palo xixote” (*Bursera fagaroides*), el “palo bobo” (*Ipomoea murucoides*) y el “tepehuaje” (*Senna polyantha*). Son matorrales que se diferencian del bosque tropical caducifolio por la dominancia de especies, la altura del estrato arbóreo y la composición

florística (Hernández *et al.*, 2000) En la Microcuenca ocupa el 11.96% de la superficie, se localiza en la parte este de la comunidad de Casa Blanca; en el Cerro de la Media Luna (parte sur de la localidad de Montenegro), y en la parte Norte del Parador Azteca (a la altura de Juriquilla) (Figura 6.)



Figura 6. Matorral subtropical en el Cerro de la Media Luna.

Pastizal Inducido

Estas asociaciones, dominadas por especies herbáceas pertenecientes a la familia Poaceae, generalmente son el resultado de la alteración extrema de otros tipos de comunidades vegetales, tales como, bosque de *Quercus* o matorrales, donde la actividad pecuaria y la intensa explotación de especies maderables han cambiado casi o totalmente la fisonomía original. Es posible determinar que estos pastizales no son naturales debido a la presencia de especies indicadoras de disturbio, por ejemplo, el “sangregado” (*Jatropha dioica*), “toloache” (*Datura ceratocaula*), “lentejilla” (*Lepidium virginicum*), y otras; lo anterior aunado a las especies de pastos no nativos que componen estas comunidades, entre las que se encuentran *Melinis repens*. El 97% de los pastizales de la microcuenca han sido inducidos para algún tipo de actividad económica, primordialmente ganadera. Ocupa el 2.90% de la superficie total y su cobertura varía de un 70 a un 90% (PRPC SRJ, 2004), se localiza en la parte noreste de Santa Catarina, parte sur de San Miguelito y en la parte

noroeste de la Presa el Cajón. Las especies encontradas son: *Asistida adscensions*, *Bouteloa barbata*, *Buchlœ dactyloides*, *Cynodon dactylon*, *Hilaria cenchroides*, *Microchloa kunthii*, *Setaria genoiculata* (Pineda *et al*, 2005).

Uso de Suelo

La agricultura de temporal abarca un 53.64 % de la superficie de la microcuenca, mientras que la de riego constituye únicamente un 1.29 %. El 14.04% de la microcuenca corresponde a manchas urbanas, primordialmente la de Juriquilla y Santa Rosa Jáuregui, y el 0.64 % a erosión hídrica (PRPC SRJ, 2004).



Figura 7. Agricultura de temporal en la parte baja del Cerro de la Media Luna.

Fauna.

El componente faunístico de la microcuenca está representado por un total de 103 especies pertenecientes a 52 familias, de las cuales, 28 corresponden a las aves, 12 familias de mamíferos, seis de reptiles, tres de anfibios y tres familias de peces. A nivel de especies, la clase Aves es, nuevamente, la que más especies aporta (68 especies), le siguen los mamíferos con 16, reptiles con 12, peces con 4 y anfibios con 3 (PRPC SRJ, 2004).

III.6.2.- Descripción socioeconómica:

En la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui se localizan 29 localidades,

fraccionamientos, colonias, ranchos y familias según listado del INEGI (2000). Son cuatro las principales localidades con más de 2,500 habitantes, consideradas como urbanas, siendo Santa Rosa Jáuregui la de mayor importancia. Para el año 2000 existían dentro de la zona de estudio, un total de 37,814 habitantes, representando el 5.89% del total en el municipio de Querétaro, distribuidos como se muestra en el cuadro 1.

Localidades	No. de habitantes
Acequia Blanca	428
Casa Blanca	741
Cerro Colorado (El Colorado)	283
Estancia de la Rochera	531
El Madroño (Pie de Gallo)	3240
Juriquilla	4265
Montenegro	3393
Pintillo	786
Pinto	1134
Puerto de Aguirre	1954
San Isidro Buenavista	1393
San Isidro El Viejo	229
San Miguelito	2477
Santa Catarina	1516
Santa Rosa Jáuregui	15444
TOTAL	37814

Cuadro 1. Número de habitantes en la microcuenca.

Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. XII Censo General de población y Vivienda 2000.

Las localidades de la microcuenca presentan tasas positivas de crecimiento con excepción de Cerro Colorado (El Colorado) y San Isidro el Viejo esto nos indica que dichas localidades de la zona presentan condiciones de emigración. Juriquilla y San Miguelito presentan la tasa de crecimiento mas elevada.

Predomina entre las localidades el grado de marginación alto con un 40%. El 10% de las localidades presenta un grado de marginación muy bajo, representado por El Fraccionamiento Campestre Ecológico la Rica y Provincia Juriquilla de tipo residencial.

La información proporcionada por el XII Censo General de Población y Vivienda (2000), revela que el 86.7% de la población de 6 años a más en las distintas localidades de la microcuenca saben leer y escribir, pero existe aún un porcentaje de analfabetas, que en los casos de las localidades de Cerro Colorado, Casa Blanca y San Miguelito alcanzan entre el 25 y 32%; el doble y casi el triple de lo que se presenta en toda la microcuenca. El nivel escolar que predomina en la zona de la microcuenca entre la población de 15 años y más es la primaria completa con un porcentaje general de 22.9% seguido de aquellos que tienen la secundaria y estudios de nivel medio superior o superior con un 22.6% y 18.2% respectivamente. Se presenta una distribución de porcentajes generales muy equitativa entre los diferentes niveles de escolaridad en la zona; en el caso particular de las localidades de Santa Rosa Jáuregui y Juriquilla se aprecian porcentajes mayores de población con instrucción media superior o superior.

La población económicamente activa (PEA) representa el 34.25% con respecto a la población total de la microcuenca de la cual el 95.55% se encuentra ocupada. La población económicamente inactiva (PEI) son 10,347 habitantes y representan el 33.42% (PRPC SRJ, 2004).

Las actividades relacionadas al sector primario (agricultura, ganadería y pesca), han dejado de ser la ocupación principal de los habitantes. En la actualidad la actividad industrial y de servicios es más importante para la población de la microcuenca, desde el punto de vista económico (PRPC SRJ, 2004).

La tenencia de la tierra es en su mayoría ejidal aunque existe en la actualidad una tendencia altamente especulativa por parte de los desarrolladores inmobiliarios que consideran que esta zona tiene un alto potencial para todo tipo de vivienda desde la popular a la residencial debido a su cercanía con la zona urbana de Querétaro. Tanto el Municipio de Querétaro como el Fideicomiso Queretano para la Conservación del Ambiente están interesados en lograr la protección de algunas zonas de la microcuenca con el objeto de incluirlas en un cinturón verde que amortigüe los impactos de la zona urbana y permita una

mejor calidad de vida (PRPC SRJ, 2004).

La superficie dedicada a la agricultura es de aproximadamente 7,068.91 ha. Los cultivos de maíz/frijol, se inician, en el caso del temporal con las primeras lluvias del mes de abril, para terminar a finales de septiembre o a mas tardar a mediados de octubre; en el caso de los particulares las fechas corresponden con las del temporal en su gran mayoría (PRPC SRJ, 2004).

El sistema pecuario constituye una de las actividades importantes en la microcuenca esta actividad generalmente se combina con la agrícola para lograr menores costos de producción. Hay productores y ejidatarios que desarrollan su ganado en los terrenos de uso común, bajo la práctica de pastoreo de trashumancia o bien de permanencia en los potreros de pastos y forrajes naturales de escaso valor nutritivo; fomentando así el sobrepastoreo de dichas áreas. Las prácticas ganaderas se caracterizan, por ser tradicionales más que tecnológicas, de escasa asistencia técnica veterinaria para hacer frente a las enfermedades y con un bajo rendimiento animal. Algunos habitantes tienen vacas lecheras para el autoconsumo y ventas de los excedentes, otros tienen cerdos, gallinas y hasta conejos pero todo para el consumo familiar. La gestión técnica y administrativa no forma parte de la producción animal y es muy esporádica o solo en caso de emergencia, algunos productores desparasitan, vacunan y suplementan a sus animales cuando lo estabulan en sus casas pero hay otros que no realizan ninguna práctica, lo que finalmente afectara en el rendimiento animal (PRPC SRJ, 2004).

La microcuenca de Santa Rosa Jáuregui no tiene vocación forestal. No existen organizaciones para el aprovechamiento forestal maderable y tampoco en relación a los recursos no maderables, sin embargo, se recolectan e impactan estas superficies con dos principales tipos de uso: la recolección de leña como combustible y la recolección de plantas medicinales del “monte”. Es importante mencionar que el bosque tropical caducifolio en el suroeste de la microcuenca representa un fragmento de 262 ha en buen estado de conservación a pesar de la extracción de leña. En la superficie de matorrales, se extrae madera para autoconsumo ya sea para leña o para la construcción. El principal

problema está en los métodos de corte de árboles que son muy destructivos y que requieren ser revisados en las comunidades para preservar estos recursos (PRPC SRJ, 2004).

El Plan Rector Santa Rosa Jáuregui 10 años (2001), menciona que los habitantes del lugar hacen uso de la flora para obtener leña y carbón como combustible, sin embargo, debido a que el crecimiento demográfico es mayor que el tiempo de crecimiento de los árboles, la disponibilidad de leña y carbón se ha vuelto un problema crítico. Como medida de solución a este problema, se han propuesto diversas técnicas de propagación y cultivo de árboles para leña y carbón. Los criterios utilizados para el manejo de cada especie son rangos ambientales de las plantas en cada región (altitud, topografía, rangos de temperaturas y precipitación anual, resistencia a sequía, necesidades de suelo, capacidad de rebrote, rendimientos en m³ /ha/año, valor calorífico kcal/kg, fijadora de nitrógeno, otros usos). Las especies mayormente utilizadas para leña en la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui en orden de importancia son: mezquite (*Prosopis laevigata*), huizaches (*Acacia farnesiana*, (*A. pennatula*), encino (*Quercus* sp.) y xixotes (*Bursera* spp.); otros potencialmente útiles son: palo verde (*Parkinsonia aculeata*), mezquite de zonas cálidas (*Prosopis* spp.), ocotillo (*Dodonea viscosa*) y xoconostle (*Opuntia imbricata*) y resalta que es necesario hacer investigación aplicada que permita el uso y aprovechamiento racional de los recursos ya que solo se conocen algunos aspectos para plantear el manejo de estas especies (PRPC SRJ, 2004).

III.7.- Reforestación en San Miguelito, Sta. Rosa Jáuregui.

Las reforestaciones en el entorno rural adquieren una connotación especial debido a que dependen del periodo de lluvias, están expuestas a la presencia de ganado (ramoneo) y falta de cuidado (fertilización, poda, etc.), prácticamente después de la plantación se dejan, esperando que las más fuertes sobrevivan (Gobierno del Municipio de Querétaro, 2003).

En el Ejido de San Miguelito el Maestro de la Telesecundaria, Florian Vargas Cruz, con ayuda de sus estudiantes han llevado a cabo labores de reforestación a lo largo del camino a San Miguelito, desde hace ocho años, empleando especies como “eucalipto”

(*Eucalipto* sp.) , “pirúl común” (*Schinus molle*) y “pirúl chino” (*Schinus terebenthifolius*) principalmente; el interés por las especies exóticas es debido a su rápido crecimiento, pero existe un interés en particular por la reforestación con árboles que ayuden a mejorar su entorno principalmente por el microclima que propician o por su belleza, así en la misma escuela se han plantado algunos frutales como “manzano” (*Malus pumila*) , “guayaba” (*Psidium guajava*), “ limón” (*Citrus aurantifolia*), “zapote blanco” *Casimiroa edulis*), además de otros no frutales como “encino”(*Quercus* sp.), “palma fénix”(*Phoenix canariensis*), “pino” (*Pinus* sp.), “yuca”(*Yuca filifera*), “cedro” (*Cupressus* sp.) y “nopal”(*Opuntia* sp.). También en la escuela se les da cuidado a árboles que de forma natural se encuentran establecidos en sus instalaciones y que son flora nativa de la microcuenca como: “huizache tepame” (*Acacia pennatula*), “mimosa” (*Acacia* sp.), “garambullo” (*Myrtillocactus geometrizans*), “palo dulce” (*Eysenhardtia polystachya*).



Figura 8. Reforestación en la Escuela Telesecundaria de San Miguelito.

En la misma localidad de San Miguelito es posible observar en los traspacios de varias viviendas eucaliptos que fueron donados en años anteriores por el Municipio a los habitantes del lugar, este es un claro ejemplo de como intervienen en este proceso las autoridades y los pobladores (actores) de un determinado sitio. Por ello la elección de las especies con fines de reforestación o restauración debe ser cuidadosa si se pretende conservar el entorno natural.

IV.- JUSTIFICACIÓN

El crecimiento de la mancha urbana del Municipio de Querétaro, representa un riesgo para la conservación de los cinturones verdes aledaños a la misma. Lo cual es aún

mas preocupante cuando estos sitios contribuyen en gran parte a la recarga de los acuíferos subterráneos que como el de Querétaro que se encuentra sobreexplotado.

La Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui ha reducido su cubierta vegetal en gran medida en los últimos 30 años, por eso es necesaria la conservación de la vegetación para evitar mayores problemas ambientales en un corto y mediano plazo. El empleo de especies nativas arbóreas y arbustivas para reforestar o restaurar, es recomendable por todos los beneficios que ello implica, por eso se hace necesario conocer más del establecimiento y crecimiento de dichas especies para cumplir con tales propósitos.

V.- OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el crecimiento y la sobrevivencia en condiciones naturales de especies arbóreas y arbustivas nativas juveniles del bosque tropical caducifolio y del matorral espinoso aptas para reforestar.

Objetivos particulares

- Conocer la respuesta de crecimiento de las especies nativas seleccionadas.
- Conocer el porcentaje de sobrevivencia de las especies seleccionadas.
- Descripción del ámbito social con relación a la actitud y conocimiento de las plantas nativas.

VI.- METODOLOGÍA

RUTA CRÍTICA

En la figura 9 se presenta de manera esquemática las actividades que se llevaron a cabo para el desarrollo de este trabajo de tesis:

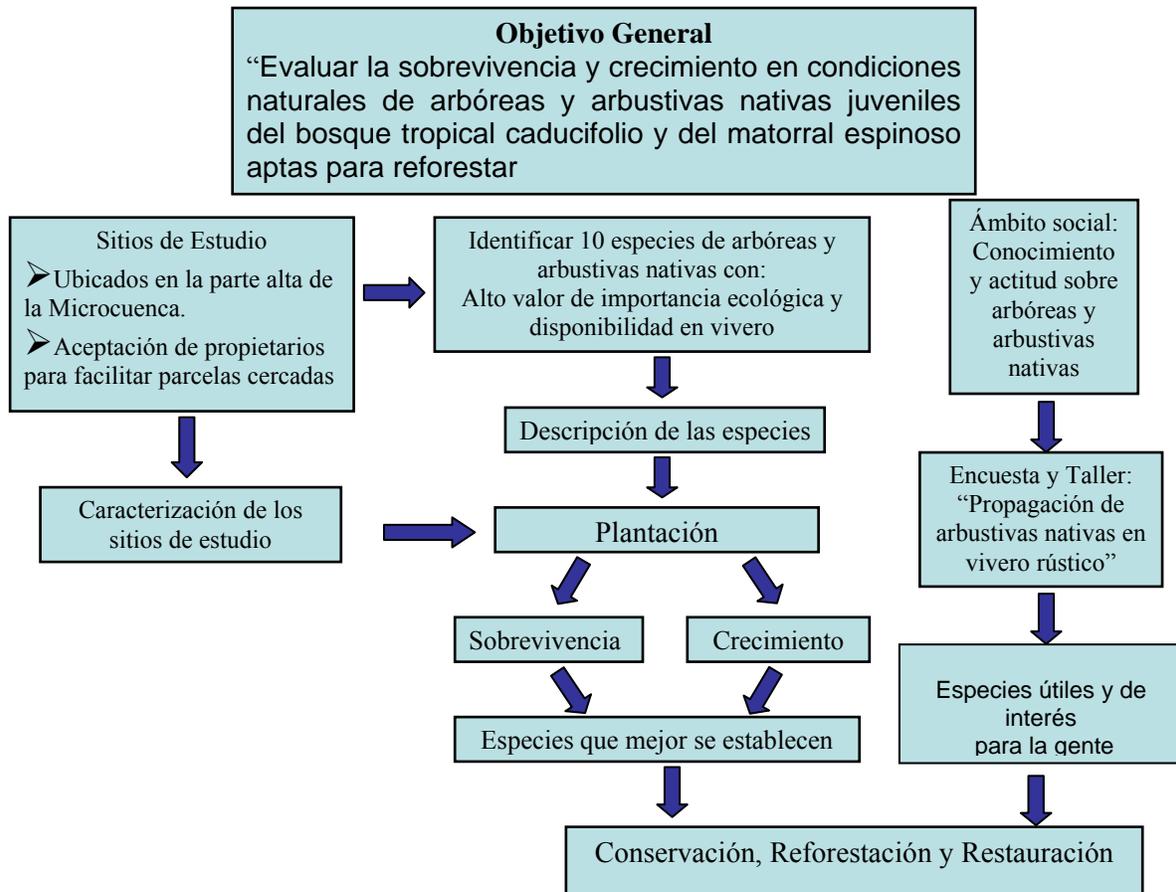


Figura 9. Ruta Crítica.

VI.1.- Sitios de estudio

El primer paso fue elegir los sitios de estudio dentro de la microcuenca, tomando en cuenta tres aspectos:

a) Ubicación geográfica

Dado que la vegetación en las zonas altas de una microcuenca cobra mayor importancia para la recarga de sus cuerpos de agua, se eligió el Ejido de San Miguelito, que

se encuentra en la parte alta, ahí se eligieron dos localidades: Cerro Colorado y San Miguelito.

b) Disponibilidad de los propietarios para prestar sus parcelas.

Una vez elegidas las dos localidades se contactó a las autoridades de cada sitio solicitando su cooperación para encontrar a propietarios de parcelas que permitieran la plantación de los árboles en su terreno y se comprometieran a cuidarlos.

c) Terreno cercado

Otro factor importante fue contar con parcelas que estuvieran cercadas para restringir el acceso de ganado y brindar mayor protección a los árboles.

Una vez elegidos los sitios de estudio, se hizo una breve caracterización de los dos sitios de estudio en cuanto a clima, topografía, suelos, vegetación y uso de suelo, así como de características socioeconómicas de la población con base en la información del PRPC SRJ (2004) y apoyando esta descripción en observaciones durante las visitas hechas previamente.

VI.2.- Elección de las especies

Los criterios para la elección de las especies se basaron principalmente en tres aspectos:

a) Especies nativas multipropósito

El primer criterio fue que se tratara de especies arbustivas nativas multipropósito de la Selva Baja Caducifolia y del Matorral Espinoso de la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui. Con el listado de los árboles y arbustos registrados para la Microcuenca se consultó en Terrones *et al.*, (2004) aquellas que fueran especies multipropósito.

b) Alto valor de Importancia Ecológica.

El segundo criterio fue que las especies arbustivas tuvieran un alto valor de importancia ecológica, de acuerdo a estudios en el Municipio de Querétaro por Hernández (com. pers.) utilizando la metodología de Cox (1985), quien menciona que el valor de importancia de una especie es la suma de:

Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa
--

Donde:

Densidad = No. de individuos/ área muestreada

Densidad relativa = $\frac{\text{densidad de una especie} \times 100}{\text{densidad de todas las spp.}}$

Dominancia = Valores totales de áreas basales o de cobertura /área muestreada

Dominancia relativa = $\frac{\text{dominancia de una especie} \times 100}{\text{dominancia de todas las especies}}$

Frecuencia = No. de cuadros (sitios) en que aparece una especie/valores de frecuencia de todas las spp.

Frecuencia relativa = $\frac{\text{valores de frecuencia de una especie} \times 100}{\text{valores de frecuencia de todas las especies}}$

Las especies clave de una comunidad biótica son aquellas con mayor valor de importancia.

c) Disponibilidad en vivero.

Ya elegidas las especies multipropósito con mayor valor de importancia ecológica, se investigó en viveros dentro de la región que especies tenían disponibles en ese momento: CONAFOR, INIFAP Campo experimental bajío y Vivero Municipal de Querétaro.

VI.3.- Descripción de las especies elegidas

Una vez elegidas las especies se hizo una consulta bibliográfica para conocer las características de cada una de ellas en cuanto a su hábitat, rasgos generales, usos, y servicio ambiental que brindan.

VI.4.- Arreglo de las parcelas y plantación

El número de árboles por cada especie se definió con base a la proporción con que éstos se han encontrado en transectos en el Municipio de Querétaro, de acuerdo al tipo de vegetación de la selva baja caducifolia o del matorral espinoso, Hernández (en prensa).

El arreglo para la plantación de los árboles se hizo bajo el marco a “tres bolillo” el cual consiste en formar triángulos equiláteros con el arreglo de los árboles, (Municipio del Estado de Querétaro, 2003). La distancia entre cada árbol se adecuó al área disponible de cada parcela alternando las especies entre cada línea como en San Miguelito o alternando a las especies en cada línea como en Cerro Colorado.

En cada sitio se hicieron dos diseños de plantación, cada uno con una replica, esto significa que fueron cuatro parcelas en cada sitio, como se muestra en los cuadros 2, 3, 4 y 5.

<i>Lysiloma divaricata</i>		<i>Lysiloma divaricata</i>		<i>Lysiloma divaricata</i>
	<i>Celtis pallida</i>		<i>Celtis pallida</i>	
<i>Senna polyantha</i>		<i>Senna polyantha</i>		<i>Senna polyantha</i>
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	

Cuadro 2. Diseño 1 de plantación En San Miguelito.

<i>Lysiloma divaricata</i>		<i>Lysiloma divaricata</i>	
	<i>Acacia farnesiana</i>		<i>Acacia schaffnieri</i>
<i>Eysenhardtia polystachya</i>		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	

Cuadro 3. Diseño 2 de plantación en San Miguelito

	<i>Celtis pallida</i>		<i>Celtis pallida</i>		<i>Celtis pallida</i>	
<i>Buddleja cordata</i>		<i>Tecoma Stans</i>		<i>Buddleja cordata</i>		<i>Tecoma stans</i>

Cuadro 4. Diseño 1 de plantación en Cerro Colorado

	<i>Prosopis laevigata</i>		<i>Prosopis laevigata</i>		<i>Prosopis laevigata</i>	
<i>Dodonaea viscosa</i>		<i>Buddleja cordata</i>		<i>Dodonaea viscosa</i>		<i>Buddleja cordata</i>

Cuadro 5. Diseño 2 de plantación en Cerro Colorado.

Para las parcelas de San Miguelito se eligieron seis especies y en Cerro Colorado cinco, *Celtis pallida* se plantó en ambos sitios. El arreglo de los árboles se hizo de acuerdo a la cantidad que se dispuso para cada especie. (Ver cuadros 6 y 7).

Especie	Cantidad
<i>Lysiloma divaricata</i>	10
<i>Celtis pallida</i>	4
<i>Senna polyantha</i>	11
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	7
<i>Acacia farnesiana</i>	2
<i>Acacia schaffneri</i>	2

Cuadro 6. Árboles plantados por especie en San Miguelito

Especie	Cantidad
<i>Celtis pallida</i>	6
<i>Tecoma stans</i>	4
<i>Buddleja cordata</i>	8
<i>Dodonaea viscosa</i>	4
<i>Prosopis laevigata</i>	6

Cuadro 7. Árboles plantados por especie en Cerro Colorado

Plantación: Con la intención de asegurar la humedad del suelo antes del comienzo del periodo de lluvias, se preparó una mezcla con gel de poliácridamida y yeso agrícola, la cual consistió en 500 gr. de yeso agrícola, 25 gr de gel de poliácridamida y la mitad de la tierra del hoyo cavado; el cual se hizo cavando una cepa de 30 cm de diámetro aproximadamente por 30 cm de profundidad; (la mitad de tierra de la parte más profunda

fue la que se mezcló con el yeso y el gel). Una vez que se retiró el empaque, se colocó el árbol con su cepellón en la cepa, se vació la mezcla preparada previamente, enseguida se agregó la segunda mitad de la tierra y finalmente se regó cada árbol con 20 lt de agua. (Domínguez, 2004).

En la parcela de San Miguelito se hicieron dos riegos a los 15 y 30 días de la plantación, con 20 lt de agua a cada árbol. En la parcela de Cerro Colorado se hizo un solo riego a las cinco semanas debido a que la parcela se encontraba alejada del camino, lo cual complicaba el acarreo de agua.

Estos riegos se hicieron de forma adicional para ayudar a mantener la humedad del sustrato antes del inicio del periodo de lluvias, ya que aunque la intención de esta tesis era dejar que los árboles quedaran expuestos a las condiciones climáticas y ambientales de cada sitio, la plantación se hizo en la época de mayor sequía de la microcuenca.

VI.5.- Crecimiento

Una vez que los árboles fueron plantados en cada parcela, se tomaron las medidas iniciales para cada uno de ellos, respecto a crecimiento en número de hojas (follaje) y su aspecto (color y tamaño), altura y diámetro del tallo, para determinar el crecimiento. En cada sitio se hicieron 10 visitas y en cada una de ellas se tomó registro de los datos mencionados para cada árbol.

Numero de hojas (follaje) Se contó el número de hojas y yemas presentes en cada árbol como un indicador de crecimiento, aun considerando que algunas de las especies eran del tipo caducifolias. Se calculó el promedio de hojas de todos los árboles por especie en cada visita, tomando el incremento de número de hojas como un indicador de crecimiento, dado que no medimos área foliar ni biomasa.

Aspecto de las hojas. Para ayudar a evaluar el estado en que se encontraba el árbol en cada visita, se construyó un diseño de criterios en el que se designaron categorías del aspecto que presentaban las hojas de los árboles, tanto en número, tamaño y color como

se muestra en el cuadro 8. El color asignado dependía del aspecto que presentaban las hojas: el color verde claro hace referencia a hojas muy verdes y/o grandes, el color verde seco a hojas pequeñas, pocas y no tan verdes; el color amarillo, a hojas marchitas; el blanco a árboles sin hojas o sólo yemas pero vivos; el gris claro a árboles secos y el gris oscuro a la ausencia de árbol.

Este diseño ayudó también para determinar los porcentajes de sobrevivencia ya que cuando el árbol no presentaba hojas se hacía un ligero rasguño en el tallo para comprobar si seguía vivo, en el caso de no encontrar el árbol también se indicó considerándolo como árbol muerto.

ASPECTO	COLOR ASIGNADO	ESTADO
Bien desarrolladas y/o muy verdes	Verde claro	Óptimo
No muy verdes o pequeñas	Verde seco	Aceptable
Con hojas pero marchitas	Naranja	Con stress
Sin hojas o solo yemas pero vivo	Blanco	Latente
Aparentemente seco	Gris claro	Aparentemente seco
Árbol no encontrado	Gris oscuro	Muerto

Cuadro 8. Criterios de evaluación para el aspecto de las hojas.

Altura del tallo: Dado que en este caso la medición del tallo de los árboles no requería ninguno de los métodos para árboles adultos, por tratarse de plantas juveniles que no rebasaban el metro de altura, únicamente se midió la altura del tallo con un flexómetro o cinta métrica, desde el nivel del suelo hasta el ápice del mismo. También se calculó el promedio de la altura del tallo de todos los árboles de cada especie en cada visita.

El diámetro del tallo. Se calculó midiendo con una cinta métrica la circunferencia (C) del tallo a la altura del suelo, esta medida se dividió entre π (3.1416) para obtener el diámetro (D)

$$C = \pi d$$

$$\text{entonces: } D = C/\pi$$

Para los árboles que presentaron más de un tallo, se consideró la medida de la altura del tallo más alto, para el diámetro se sacó el promedio de todos los árboles de cada especie en cada visita.

VI.6.- Porcentaje de sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia se calculó por cada especie y para el total de árboles en cada sitio, considerando el número inicial como el 100% de árboles vivos y determinando este porcentaje en cada visita de acuerdo al número de árboles que seguían vivos. Este dato se apoyó en el diseño mencionado para el aspecto del follaje.

La toma de datos se hizo en un lapso de 15 meses, de febrero a octubre de 2006 se hicieron siete visitas y de enero a mayo de 2007 se hicieron tres.

Para apoyar este registro se tomó fotografía de cada árbol como evidencia de su aspecto físico, de igual forma, se hicieron anotaciones sobre las condiciones que mostraba la parcela (heces de animales, basura y presencia de herbívoros). Con el propósito de facilitar el reconocimiento de cada árbol en las fotografías, los árboles se numeraron.

VI.7.- Ámbito Social

Desde el inicio del estudio se tuvo un acercamiento con diferentes personas, habitantes de la microcuenca, con el propósito de lograr su participación en el proceso de la tesis.

- El primer acercamiento con los habitantes de la Microcuenca fue presentarse ante las autoridades locales en la Asamblea Ejidal, en noviembre de 2005.
- En ese mismo mes se participó en un taller en Cerro Colorado con la finalidad de exponer a los habitantes el interés y objetivo de esta investigación.
- Durante la plantación de los árboles, que se llevó a cabo en febrero de 2006, se contó con la colaboración de los mismos dueños de las parcelas.

VI.7.1 Encuesta y taller.

Para saber cuál es el conocimiento que tienen los habitantes de la Microcuenca, se aplicó un cuestionario a los participantes de un taller sobre “Propagación de arbustivas nativas en vivero rústico” en el INIFAP Campo Experimental Bajío, impartido por la Dra. Rosario Terrones, al cual se invitó personalmente a algunos habitantes de las dos localidades, con particular interés al Director y alumnos de la Telesecundaria de San Miguelito quienes han llevado a cabo reforestaciones en su comunidad. Las preguntas del cuestionario se muestran en el cuadro 9.

Las invitaciones se hicieron tanto a personas adultas y jóvenes, a hombres y mujeres, pero debido a las actividades de la gente adulta la mayor participación fue de los jóvenes alumnos de la Telesecundaria.

Encuesta

Datos:

Nombre: _____

Edad: _____ Tel: _____

Domicilio: _____

Nombre del Encuestador: _____

- 1.- ¿Qué árboles y arbustos conoce que hay en su comunidad?
- 2.- ¿Para qué los usan los habitantes?
- 3.- ¿Considera que existe el riesgo de que estos árboles pudieran acabarse por el uso que la gente hace de ellos?
- 4.- De las especies que a continuación se enlistan poner un número del 1 al 5 según considere que es el mejor (ejemplo: si el mejor para leña es el mezquite poner 1)

	Leña	Forraje	Sombra	Ornamental	Comercial
Palo prieto					
Huizache					
Tepehuaje					
Palo dulce					
Granjeno					
Ocotillo					
Tepozán					
Mezquite					
Tronadora					

- 6.- ¿Sabe qué fauna (animales) necesitan de esos árboles o arbustos para vivir?
- 7.- ¿Le gustaría participar en tareas de reforestación?
- 8.- ¿Qué especies de árboles le gustaría que hubiera en su comunidad y porqué?
- 9.- ¿Sabe de qué manera los árboles y arbustos ayudan a mejorar las características del suelo y cómo se relacionan con el agua?
- 10.- ¿Conoce algunas especies de hierbas, plantas o pastos que crecen debajo o alrededor de los árboles y arbustos que se enlistan arriba?

Cuadro 9. Encuesta a los participantes en el taller

VII.- RESULTADOS

VII.1.- Sitios de Estudio

Los sitios para la plantación de los árboles de acuerdo con la ubicación en cuanto a altitud, disponibilidad de los ejidatarios para prestar sus parcelas y que contaran con cerco, fueron en San Miguelito la parcela del Sr. Pascual Santiago que tiene una altitud de 2109 msnm y en Cerro Colorado la del Sr. Marcelo Hernández ubicada a 2126 msnm.



Figura 10. Parcelas en San Miguelito y Cerro Colorado.

Descripción de los sitios de las parcelas

Clima

Desde junio de 2006 se cuenta con datos de una nueva estación meteorológica, ubicada en la localidad de Santa Rosa Jáuregui por parte de la CEA Querétaro, y de acuerdo a los registros de esta estación, en el lapso del mes de junio de 2006 a julio de 2007, se tienen lo siguientes datos:

En diciembre de 2006 se registró una temperatura mínima que llegó a los $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la temperatura máxima registrada en junio de 2006 alcanzó los $30.1\text{ }^{\circ}\text{C}$. La precipitación alcanzó los 421.9 mm a mediados de octubre, pero el periodo de lluvias comenzó a finales

de julio y terminó a mediados de noviembre de 2006. La primera lluvia del año se registró el 18 de marzo de 2006.

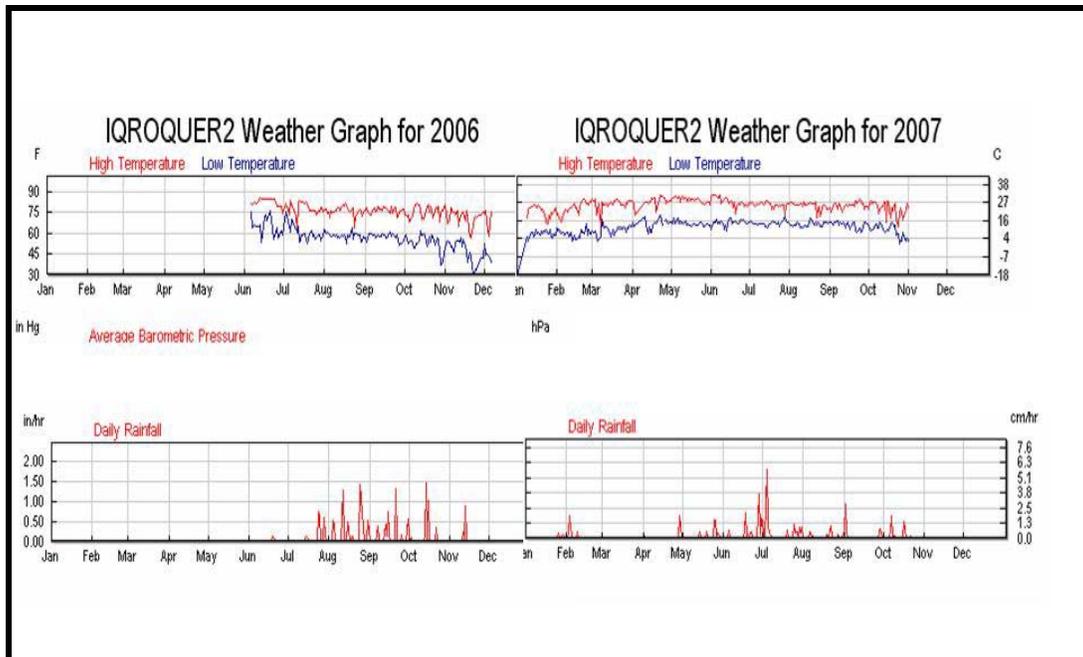


Figura 11. Temperatura y precipitación 2006 y 2007 Santa Rosa Jáuregui. CEA 2007.

En 2007 la temperatura mínima llega a 4°C en enero y alcanza una máxima de 31.5 °C del 2 al 4 de junio. La precipitación hasta el mes de agosto de 2006 ha alcanzado únicamente los 336.6 mm en los primeros días de julio (CEA, 2007)

Suelo

El tipo de suelo, también para ambas localidades es el vertisol pelico (Vp) que es el que predomina en la mayor parte de la microcuenca. Son suelos de texturas finas con dominancia de arcillas montmorilloníticas que le confieren características de expansividad cuando se humedecen y de contracción y agrietamiento cuando se secan; son de color oscuro y se localizan en pies de monte y valles intermontanos que presentan relieves que van de plano a ligeramente ondulado; pedregosidad superficial y un drenaje ligeramente rápido a moderado. La permeabilidad es lenta a moderadamente lenta y pueden presentar pedregosidad en el perfil (Pineda-López y Hernández, 2000).

Vegetación.

En ambas localidades se encuentran elementos del Matorral subtropical en combinación con agricultura de temporal, lo cual ha causado diferentes grados de deterioro.

En los dos sitios encontramos elementos florísticos como: “palo dulce” (*Eysenhardtia polystachya*), “tepehuaje” (*Senna polyantha*), “palo prieto” (*Lysiloma divaricata*), “huizache yóndiro” (*Acacia farnesiana*), “huizache chino” (*Acacia schaffneri*) “mezquite” (*Prosopis laevigata*), “uña de gato” (*Mimosa* sp.), “palo cuchara” (*Bursera palmeri*), “palo xixote” (*B. fagaroides*), “garambullo” (*Myrtillocactus geometrizans*), “nopal cardon” (*Opuntia streptacantha*), “duraznillo” (*Opuntia leucotricha*), “zorros” (*Celtis caudata*) “granjeno anaranjado” (*Celtis pallida*), “granjeno rojo” (*Colubrina elliptica*), “órgano” (*Stenocereus dumortieri*), “patol” (*Eriolina coraloides*), “acibuche” (*Forestiera durangensis*), “pico de pájaro” (*Condalia velutina*), “sauce” (*Salix humboldtiana*), *Nicotiana glauca*, “palo bobo” (*Ipomoea murucoides*), “tullidora” (*Karwinskia humboldtiana*), “sangregado” (*Jatropha dioica*), “jara amarilla” (*Senecio salignus*), limpiatunas” (*Zaluzania augusta*), *Salvia* spp., “mal de ojo” (*Zinnia peruviana*) La gente hace uso de algunas arbóreas principalmente como energético (leña o carbón), como cercos vivo; consumen los frutos del garambullo, tunas, nopales, y las herbáceas como forraje para sus animales.

Uso de suelo

En ambas comunidades el uso de suelo corresponde a la agricultura de temporal.

Población Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

De los 37,814 habitantes que se tenían registrados para el año 2000 dentro de la Microcuenca, había 283 para Cerro Colorado y 2486 para San Miguelito. De los cuales en Cerro Colorado 53.71% son mujeres y 46.29% son hombres. En San Miguelito 50.95% son mujeres y 40.05% son hombres.

La tasa de crecimiento de Cerro Colorado es negativa a partir de 1995, ya que la

mayoría de su población emigra hacia los Estados Unidos, en busca de mejores oportunidades. La densidad es de 21.5 hab/ha. Por el contrario, San Miguelito presenta una tasa de crecimiento elevada y una densidad de población de 56.46 hab/ha, la segunda más alta de la microcuenca, debido a la concentración que existe de sus habitantes, marcada por su topografía.

Infraestructura

Ambas localidades cuentan con servicio de agua potable, energía eléctrica, no así con drenaje, ya que este servicio fue instalado recientemente en la localidad de San Miguelito pero no en Cerro Colorado, las calles no se encuentran pavimentadas pero si hay alumbrado público y servicio telefónico. También cuentan con transporte público.

La localidad de San Miguelito es una de las que presenta un grado de marginación mayor, pero también en Cerro Colorado el índice de marginación es alto, de acuerdo a los nueve indicadores del CONAPO (2004).

Educación

En cuanto a la educación, de acuerdo a información proporcionada por el XII Censo General de Población y Vivienda (2000), a pesar de que la mayoría de la población tiene instrucción, existe aún un porcentaje de analfabetas, que en los casos de las localidades de Cerro Colorado y San Miguelito alcanzan entre el 25 y 32%, respectivamente; el doble y casi el triple de lo que se presenta en toda la microcuenca. En Cerro Colorado se cuenta únicamente con Jardín de Niños y Primaria, San Miguelito cuenta con jardín de niños, primaria y una telesecundaria.

Actividades económicas.

En San Miguelito la principal actividad es la de servicios, y se cuenta con un taller para manufactura de balones de fútbol. En Cerro Colorado la población económicamente activa está emigrando hacia Estados Unidos lo cual significa un abandono de las actividades del campo (PRPC SRJ, 2004).

VII.2.- Elección de las especies

El listado florístico de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui registra un total de 31 especies de árboles y 22 de arbustos (Cuadros 10 y 11).

Árboles	
Nombre científico	Nombre común
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	"huizache yóndiro"
<i>A. schaffneri</i> (S. Watson) Herman.	"huizache chino"
<i>Aralia humilis</i> Cav.	"palo santo"
<i>Buddleja cordata</i> Humb. Bompl.; Kunth	"tepozán"
<i>B. scordioides</i> Humb. Bompl.; Kunth	
<i>Bursera cuneata</i> (Schlecht.) Engl.	"copalillo", "copal"
<i>B. fagaroides</i> (Humb. Bompl.; (HBK) Engl.	"palo xixote"
<i>B. galeottiana</i> Engl.	"palo colorado"
<i>B. palmieri</i> S. Wats.	"copal" "palo cuchara"
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Humb. Bompl.; Kunth) Britt & Baker	"pochote"
<i>Celtis pallida</i> Torr.	"granjeno"
<i>Dodonaea viscosa</i>	"ocotillo"
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart.) Cons.	"garambullo"
<i>Stenocereus dumortieri</i> (Scheidw.)Bux	"órgano"
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem.& Schult.	"palo bobo"
<i>Lysiloma divaricada</i>	"palo prieto"
<i>Lysiloma microphyllum</i>	"quebracho"
<i>Eritrina coralloides</i> DC	"patol"
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.	"palo dulce"
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M. C. Johnst.	"mezquite"
<i>Senna polyantha</i> Moc.& Sessé	"tepehuaje"
<i>Quercus aff. Castanea</i> Née	"encino"
<i>Q. eduardii</i> Trel.	"encino"
<i>Q. laeta</i> Liebm	"encino"
<i>Cedrela dugessi</i> S. Watts.	"cedro"
<i>Condalia mexicana</i> Schl.	"granjeno prieto"
<i>C. velutina</i> I. M. Johnst.	"pico de pájaro"
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	"sauce"
<i>Celtis caudata</i> Planch.	"zorros"
<i>Yucca filifera</i> Chab.	"yuca o palma"
<i>Colubrina elliptica</i> (Swartz)	"granjeno rojo"

Cuadro 10. Lista de de árboles de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui.

Arbustos	
Nombre científico	Nombre común
<i>Rhus pachyrrhachis</i> Hemsl.	"nopal hartón"
<i>Opuntia hyptiacantha</i> Weber	
<i>O. Leucotricha</i> DC	"Cardón"
<i>O. Streptacantha</i> Lem.	
<i>O. tomentosa</i> Salm-Dyck	
<i>Xylosma flexuosum</i> (flexuosa) (Humb. Bompl.; Kunth)	
<i>Salvia amarissima</i> Ort.	
<i>S. axillaris</i> Moc. & Sessé	
<i>S. hirsuta</i> Jacq.	
<i>S. hispánica</i> L.	
<i>S. mexicana</i> L.	
<i>S. microphylla</i> Humb. Bompl.	
<i>S. oreopola</i> Fern.	
<i>S. patens</i> Cav.	
<i>S. polystachya</i> Ort.	
<i>Litsea glauscecens</i> Humb.	"Laurel"
<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torr.	
<i>Amelanchier denticulada</i> (Humb. Bompl.; Kunth) Koch	
<i>Agave americana</i> L.	
<i>A. applanata</i> Koch ex Jacobi	
<i>A. filifera</i> Salm	
<i>A. Salmiana</i> Otto ex Salm	

Cuadro 11. Lista de arbustos de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui.

Las especies arbóreas y arbustivas nativas con mayor valor de importancia ecológica de acuerdo con los estudios de Martínez y Hernández (2001) y disponibles en vivero fueron:

Nombre científico	Familia	Nombre Común
<i>Acacia farnesiana</i>	Fabaceae	Huizache yóndiro
<i>Acacia schaffneri</i>	Fabaceae	Huizache chino
<i>Buddleja cordata</i>	Loganiaceae	Tepozán
<i>Celtis pallida</i>	Ulmaceae	Granjeno
<i>Dodonaea viscosa</i>	Sapindaceae	Ocotillo
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Fabaceae	Palo dulce
<i>Lysiloma divaricata</i>	Fabaceae	Palo prieto
<i>Senna polyantha</i>	Fabaceae	Tepehuaje.
<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	Tronadora
<i>Prosopis laevigata</i>	Fabaceae	Mezquite

VII.3.- Descripción de las especies elegidas

Para conocer más de las especies elegidas, se hizo una consulta en “Arbustivas Nativas de Uso Múltiple” de Terrones *et al.*, (2004), considerando datos como hábitat, rasgos generales, usos y servicio ambiental que brindan, los cuales se resumen en el cuadro 12.

Especie	Hábitat	Rasgos generales	Usos y Servicio Ambiental*
<i>Acacia farnesiana</i> <i>Acacia schaffneri</i>	Selva baja caducifolia, matorral serófilo y encinares. Crecen en laderas pedregosas o terrenos planos. De los 1400 a 2500 msnm. Suelos someros, calizos, arenosos, pedregosos, bien drenados, con pH de 5 a 8. Toleran sequías y heladas.	Arbustos perennifolios de hojas bipinnadas y flores en cabezuelas fragantes, de color amarillo brillantes. <i>A. farnesiana</i> presenta ramas espinosas, vainas cilíndricas de color oscuro que contienen semillas de 0.4 a 0.6 cm de largo.	Usos: Construcción y herramientas, maderable, industrial, combustible, melífera, medicinal. Servicio ambiental: Controlan erosión, infiltran agua de lluvia, mejoran los suelos, fijan nitrógeno, conforman setos vivos y son ornamentales.
<i>Buddleja cordata</i>	Selva baja caducifolia, pastizal y bosque de pino-encino en laderas con pendientes moderadas y lugares secos y perturbados, en altitudes de 1400 a 3200 m. Suelos: someros, calizos, arenosos, pedregosos, bien drenados; toleran sol directo, sequías y heladas.	Arbustos o árboles con ramas jóvenes cuadrangulares o subcuadrangulares, perennifolios con hojas muy pecioladas, envés piloso. Las flores están dispuestas en cabezuelas colocadas en panículas terminales color amarillo-verdoso que se abren en tiempo de secas, semillas aladas de 0.01 a 0.2 cm de largo. Son arbustivas dioicas, requieren hembras y machos para la producción de semilla.	Usos: Construcción y herramientas, plantaciones comerciales, se emplea en programas de reforestación ya que permiten el establecimiento posterior de encinares en zonas degradadas, insecticida (repelente del gusano cogollero en el cultivo del maíz); combustible; melífera, medicinal; forrajero. Servicio ambiental: Regeneran y estabilizan, suelos arenosos, controlan erosión mejoran los suelos ornamentales, cercos vivos, abrigo y sombra para fauna silvestre.
<i>Celtis pallida</i>	Bosques de encinos, selva baja caducifolia, matorral xerófilo, pastizal, mezquiteras y bosque espinoso, en laderas pedregosas y lugares secos, en altitudes de 1100 a 2300 m. Suelos: someros, calizos, arenoso, arcillosos, pedregosos, secos, bien drenados; requieren sombra	Arbustos o árboles con hojas coriáceas e inflorescencias axilares. Los frutos son drupas jugosas dulces de color amarillo, anaranjado o rojo, con semillas de 0.5 a 0.6 cm de diámetro Usos: Construcción y herramientas, combustible, melífera, comestible,	Usos: Construcción y herramientas, combustible, melífera, comestible, medicinal, forrajero. Servicio ambiental: Ayudan a controlar la erosión, mejoran los suelos, barreras vivas, formadoras de suelo, fijan nitrógeno, alimento, abrigo y sombra a

	para un mejor desarrollo, toleran sequías, son susceptibles a heladas pero tienen gran potencial de rebrote al inicio de la primavera.	medicinal, forrajero.	fauna silvestre.
<i>Dodonaea viscosa</i>	Selva baja caducifolia, pastizales y bosque espinoso, en laderas con pendientes moderadas, lugares secos y en zonas de encinares talados, en altitudes de 1400 a 2400 m. Suelos: neutros, salinos, someros, calizos, arenosos, pedregosos, bien drenados; requiere luz, pero tolera sombra, sequías, inundaciones y vientos fuertes. Su follaje es susceptible al fuego, al ataque de hormigas y chapulines y a heladas, aunque tiene gran potencial de rebrote al inicio de la primavera.	Arbustos o arbolillos perennes con hojas angostas brillantes; flores apétalas dioicas, de color amarillento; el fruto es una capsula rojiza con tres divisiones y tres alas: las semillas son de color oscuro y miden de 0.2 a 0.3 cm de largo.	Usos: Artesanal y herramientas (tutores para la producción de hortalizas); ceremonial, Plantación comercial; Industrial (sus frutos amargos son sustitutos de levadura); combustible; melífera; medicinal; forrajero. Servicio ambiental: ayuda a controlar la erosión, mejora los suelos con su hojarasca, cortina rompevientos, barrera viva, restaura tierras degradadas, estabiliza arenas movedizas, alimento, abrigo y sombra a fauna silvestre.
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Selva baja caducifolia, matorral xerófilo y encinares. Crecen en laderas pedregosas, terrenos planos a la orilla de los drenajes, en altitudes de 1100 a 2700 m. Suelos: someros, calizos, arenosos, pedregosos, bien drenados; toleran suelos ácidos, sequías y heladas.	Arbusto o árbol de hojas pinnadas, con flores blancas en racimos, semillas aladas en forma elipsoide de 0.5 a 1.5 cm de largo.	Usos: Construcción y herramientas, Industrial, Combustible, Melífera, Medicinal, Forrajero y uso veterinario. Servicio ambiental: Controla la erosión, fija nitrógeno al suelo, cortina rompevientos, seto vivo y brinda sombra.
<i>Lysiloma divaricata</i>	Bosque de encino y selva baja caducifolia, pastizal y bosque espinoso, sobre pendientes moderadas y lugares secos, en altitudes de 1800 a 2400 m. Suelos someros, calizos, arenosos, pedregosos, bien drenados; requieren sombra para un mejor desarrollo; toleran sequías; su follaje es susceptible a heladas pero presentan gran potencial de rebrote al inicio de la primavera.	Arbustos o árboles caducifolios con hojas bipinadas y flores en cabezuelas globosas de color blanco, las vainas son rectas o algo curvas, de hasta 15 cm de largo; las semillas miden 1 cm de largo. Altura: 2 a 4 m.	Usos: Construcción y herramientas, Industrial (corteza y vaina), Combustible, Melífera, Medicinal, Forrajero. Servicio ambiental: Ayuda a controlar la erosión, mejora y fija nitrógeno en los suelos, es ornamental, como abrigo y sombra a la fauna silvestre.

<i>Prosopis laevigata</i>	Bosques de encinos y selva baja caducifolia, pastizal y bosque espinoso en terreno plano o mezclado en parcelas agrícolas y agostaderos. En altitudes de 900 a 2000 m. Suelos: profundos, someros, calizos, arenosos, pedregosos, bien drenados, no tolera suelos arcillosos pesados; pH un poco alcalino (7.1 a 7.5); aunque tolera suelos ácidos y salinos, sequías y heladas. Desarrollan una fuerte raíz pivotante y luego un sistema radicular lateral.	Arbusto o árbol espinoso caducifolio de copa redonda-aplanada, con hojas pinnadas y flores de color blanco-verdoso, pequeñas, en racimos; la vaina es recta o algo curva, de 9 a 17 cm de largo, con semillas de 1.0 cm de largo. Usos: Maderable, herramientas y construcción, ceremonial, Industrial, combustible, comestible, melífera, medicinal, forrajero.	Usos: Maderable, herramienta y construcción, ceremonial, industrial, melífera y medicinal. Servicio ambiental: Ayuda a controlar la erosión, mejora los suelos con su hojarasca, fija nitrógeno, alimento para fauna silvestre, cortina rompevientos, seto vivo, ornamental, estabiliza bancos de arena.
<i>Senna polyantha</i>	Selva baja caducifolia, encinares y matorrales espinosos. Se desarrollan sobre laderas pedregosas o terrenos planos y zonas perturbadas, desde los 1850 a 2250 m de altitud. Suelos calizos, arenosos, pedregosos, bien drenados. Requieren pleno sol y toleran sequías y heladas.	Arbustos con flores de color amarillo. La vaina o legumbre es de color rojizo-café, linear-oblonga casi plana, mide hasta 11 y 37 cm de largo y contiene semillas comprimidas de 0.4 cm de largo.	Usos: Construcción y herramientas, Combustible, Plantaciones comerciales, Melífera, Forrajero. Servicio ambiental: Controlan erosión, mejoran los suelos con su hojarasca, cortinas rompevientos, seto vivo, reforestación, ornamentales y alimento para fauna silvestre
<i>Tecoma stans</i>	Esta especie crece en laderas con pendiente pronunciada, asociada a bosques de pino-encino y selva baja caducifolia, en altitudes de de los 250 a 2700 m. Suelos: someros, calizos arenosos, pedregosos, bien drenados; resiste sequías.	Arbustiva caducifolia, sus flores son de color amarillo; el fruto es una cápsula lineal de 10 a 20 cm de largo con semillas aladas, blanco-amarillentas de 0.3 a 0.5 cm de ancho por 2 a 3 cm de largo.	Usos: Artesanal, combustible, sus varas pueden emplearse como tutores de cultivos hortícolas, medicinal, melífera, insecticida (extracto acuoso se emplea para el control del gusano cogollero en agricultura orgánica, forrajero). Servicio ambiental: Controla la erosión, barrera rompevientos, cerco vivo para atraer insectos chupadores y facilitar su control, ornamental en patios, parques y jardines, brinda sombra y refugio a la fauna silvestre.

- Todas las arbóreas y arbustivas ofrecen como principal servicio ambiental la infiltración del agua de lluvia.

Cuadro 12. Descripción de las especies elegidas.

VII.4.- Arreglo de las parcelas y plantación

Tomando en consideración que ambos sitios cumplían con los requerimientos de altitud, tipo de suelo y clima para todas las especies, la elección de las especies para cada sitio fue indistinta; quedando el número de árboles por especie para cada parcela (P) como se muestra en los cuadros 13 y 14.

SAN MIGUELITO

Espece	Origen	Edad	P.1	P.2	P.3	P.4	Total
<i>Senna polyantha</i>	Las Cabras, Abasolo, Gto.	2 años	4	3	2	2	11
<i>Lysiloma divaricata</i>	Morelos	2 años	3	3	2	2	10
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	León, San Miguel de Allende	2 años, 7 meses	1	2	2	2	7
<i>Celtis pallida</i>	San Luis de la Paz	2 años	2	2	0	0	4
<i>Acacia farnesiana</i>	Semarnat	2 años	0	0	1	1	2
<i>Acacia schaffneri</i>	Semarnat	2 años	0	0	1	1	2
Total de árboles plantados			10	10	8	8	36

Cuadro 13. Número de árboles por parcela en San Miguelito.

CERRO COLORADO

Espece	Origen	Edad	P.1	P.2	P.3	P.4	Total
<i>Buddleja cordata</i>	San Miguel de Allende	2 años	2	2	2	2	8
<i>Tecoma stans</i>	San Luis de la Paz	2 años	2	2	0	0	4
<i>Celtis pallida</i>	San Luis de la Paz	2 años	3	3	0	0	6
<i>Dodonaea viscosa</i>	Edo. De México	2 años	0	0	2	2	4
<i>Prosopis laevigata</i>	SEMARNAT	2 años	0	0	3	3	6
Total de árboles plantados			7	7	7	7	28

Cuadro 14. Número de árboles por parcela en Cerro Colorado.

VII.5.- Crecimiento

Los valores para el crecimiento en cuanto a producción de hojas altura y diámetro del tallo son netos.

a) Producción de hojas

Las especies plantadas en San Miguelito tuvieron un comportamiento similar en cuanto al producción de hojas durante los 15 meses de observación, principalmente las cinco especies de leguminosas que fueron *L. divaricata*, *S. polyantha*, *E. polystachya* y las dos especies de *Acacias*, con aumentos y decrementos en los cuatro primeros meses, presentando un pico entre junio y julio de 2006 durante el periodo de lluvias, aunque *L. divaricata* lo presentó a finales de octubre. En todas las especies se observa una tendencia a la baja a partir de estos picos, siendo enero el mes en que el número de hojas llegó a su valor más bajo, pero a partir de este mes se observa una tendencia nuevamente al aumento, excepto para *L. divaricata* y sobre todo *S. polyantha* que continuaron bajando hasta la última fecha que fue mayo de 2007. *C. pallida* es la especie que presentó mayor producción de hojas y al igual que las dos especies de *Acacia* spp y *E. polystachya* una buena capacidad de rebrote (Fig.12)

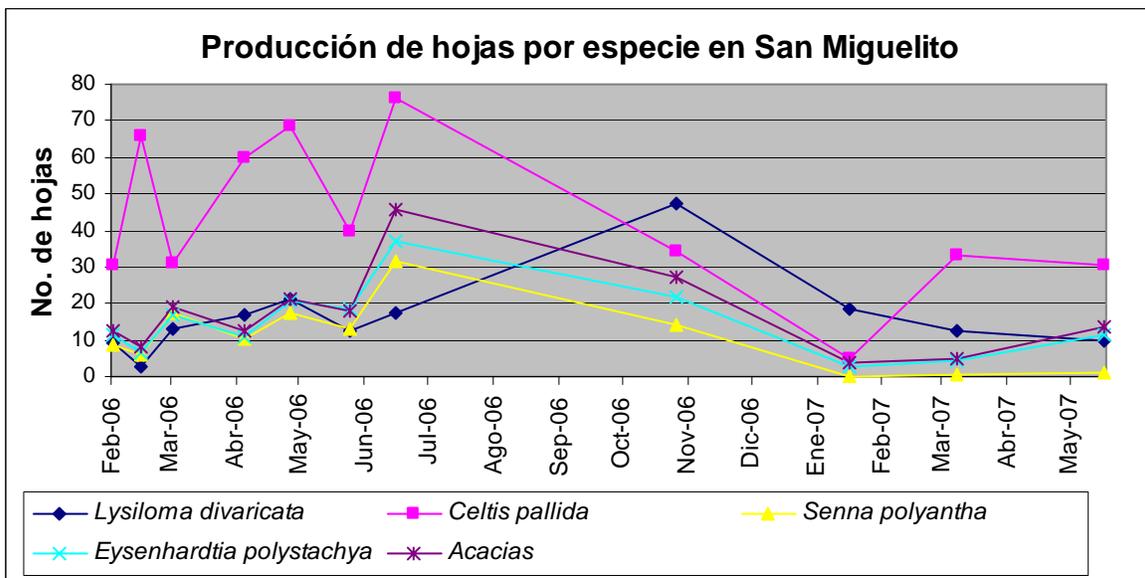


Figura 12. Producción de hojas de las especies de San Miguelito.

Las especies de Cerro Colorado tienen un comportamiento similar en el primer

pico de aumento de hojas que también se presenta entre junio y julio de 2006 y el mayor descenso en enero de 2007, aunque con un segundo pico en marzo de 2007. En este sitio también es *C. pallida* la especie que tuvo mayor presencia de hojas, seguida de *B. cordata*. Destaca que en el primer mes, febrero, no hay registro para *P. laevigata* porque sufre de ramoneo desapareciendo los árboles totalmente, volviendo a rebrotar a partir de marzo. Otra especie que también se ve afectada en los primeros días es *T. stans* pero ambas especies muestran una total recuperación y muy buena respuesta al rebrote con hojas nuevas, sobre todo *P. laevigata* que continua con esta tendencia hasta la última fecha de registro, que fue mayo de 2007. *D. viscosa* a partir de enero de 2007 ya no se recupera y sus hojas se ven “quemadas” al igual que las de *B. cordata*, posiblemente por las heladas registradas en diciembre y enero. Las especies que mostraron mayor número de hojas en enero fueron *P. laevigata* y *C. pallida*. *B. cordata* y *C. pallida* presentan disminución a partir de marzo y hasta mayo de 2007, solo *P. laevigata* y *T. stans* muestran tendencia al aumento de follaje en el mismo periodo (Fig.13).

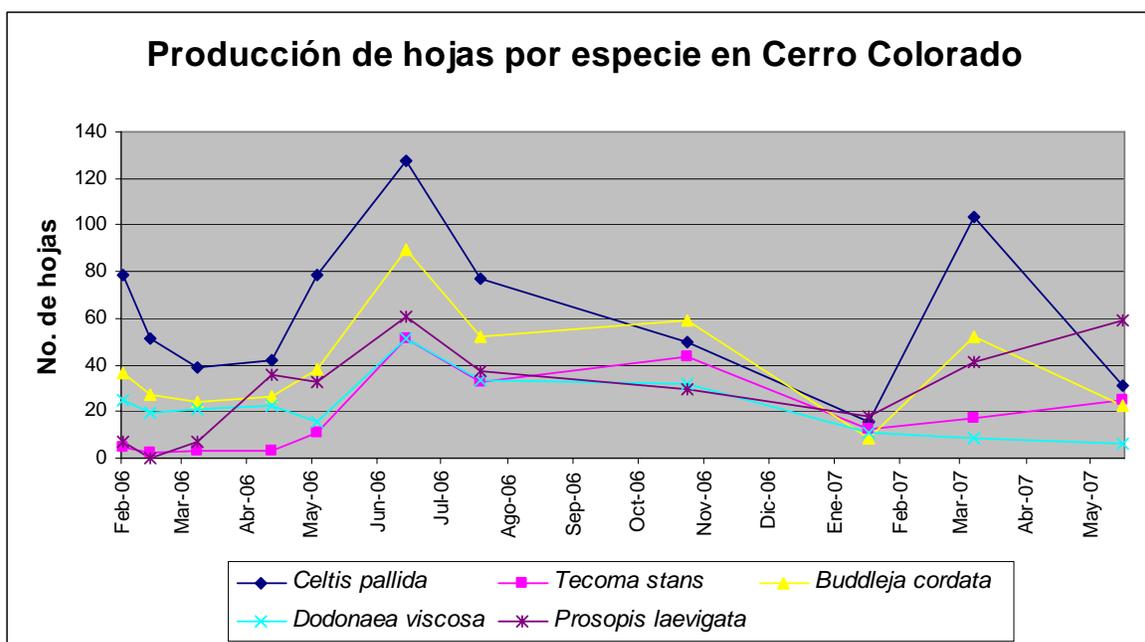


Figura 13. Producción de hojas en las especies de Cerro Colorado.

Aspecto de las hojas:

En San Miguelito el período en que hubo mayor número de árboles con más hojas

fue de marzo a octubre de 2006 y por el contrario, conforme fueron transcurriendo los meses el número de árboles con pocas hojas aumentó al igual que el número de árboles aparentemente secos y los no encontrados, aunque en mayo de 2007 hay un aumento en el número de árboles con hojas bien desarrolladas, así como los que mostraban hojas verdes y pequeñas (Cuadro 15).

Aspecto de las hojas de árboles en San Miguelito	04/02/06	18/02/06	05/03/06	08/04/06	29/04/06	28/05/06	18/06/06	29/10/06	19/01/07	11/03/07	20/05/07
Bien desarrolladas y/o muy verdes	8	10	17	10	14	18	17	14	1	2	9
No muy verdes o pequeñas	26	9	7	16	6	4	5	6	11	8	8
Con hojas pero marchitas	0	6	2	1	4	0	1	0	0	0	0
Sin hojas o solo yemas pero vivo	2	10	9	6	5	7	5	4	7	8	0
Aparentemente secos	0	1	1	3	7	6	7	5	8	8	9
Árbol no encontrado	0	0	0	0	0	1	1	7	9	10	10
Total de árboles	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Sobrevivencia en número	36	35	35	33	29	29	28	24	19	18	17
Sobrevivencia en porcentaje	100	97	97	92	81	81	78	67	53	50	47

Cuadro 15. Aspecto de las hojas de los árboles en San Miguelito.

El número de árboles con mejor producción de hojas en Cerro Colorado fue relativamente mejor, ya que en general esta condición era mayor a las otras, excepto en enero de 2007 en que un mayor número de árboles presentaron menos hojas, y con mayor número de árboles (13) que no tenían hojas pero que seguían vivos. En mayo de 2007 se presenta el mayor número de árboles aparentemente secos, aunque también aumenta el número de los que tenían hojas bien desarrolladas (Cuadro 16).

Aspecto del follaje (Hojas) de los árboles en Cerro Colorado	5/02/06	18/02/06	12/03/06	16/04/06	7/05/06	18/06/06	23/07/06	28/10/06	21/01/07	11/03/07	20/05/07
Bien desarrolladas y/o muy verdes	18	5	15	14	20	20	16	18	4	13	13
No muy verdes o pequeñas	4	10	5	2	2	3	3	5	3	5	1
Con hojas pero marchitas	4	5	6	7	0	1	4	0	2	0	0
Sin hojas o solo yemas pero vivo	2	2	2	4	2	0	1	1	13	2	1
Aparentemente secos	0	6	0	1	4	4	4	3	5	6	11
No encontrados	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2
Total de árboles	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Sobrevivencia en número	28	28	28	27	24	24	24	24	22	20	15
Sobrevivencia en porcentaje	100	100	100	96	86	86	86	86	79	71	54

Cuadro 16. Aspecto de las hojas en Cerro Colorado.

El crecimiento con base en el número de hojas por especie se muestra en las siguientes figuras:

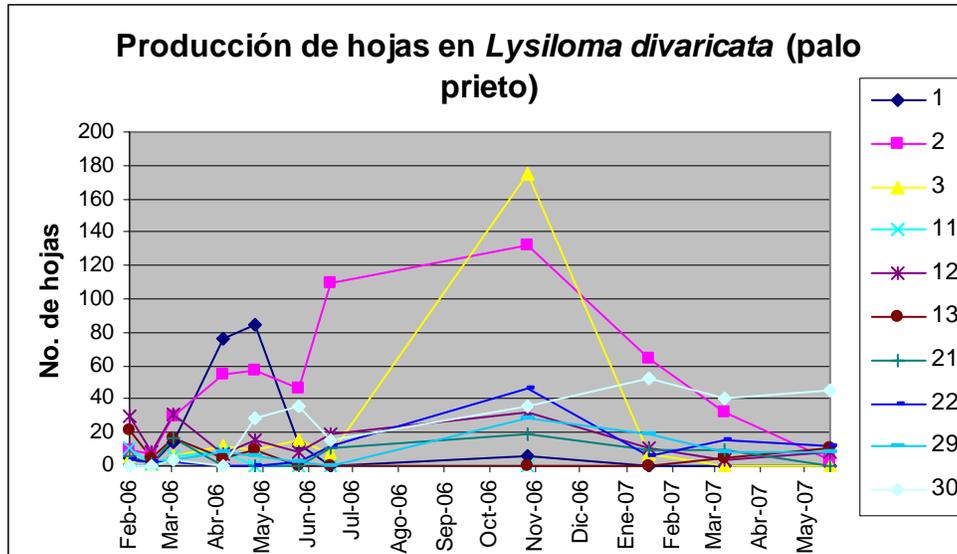


Figura 14. Producción de hojas en *Lysiloma divaricata*.

El crecimiento de hojas en *L. divaricata* es similar para seis de los árboles, pero destacan el 2 y 3 principalmente en junio, se puede relacionar este dato a la ubicación de los mismos, ya que quedaron plantados en proximidad a otros arbustos ya establecidos dentro de la parcela (Fig.14).

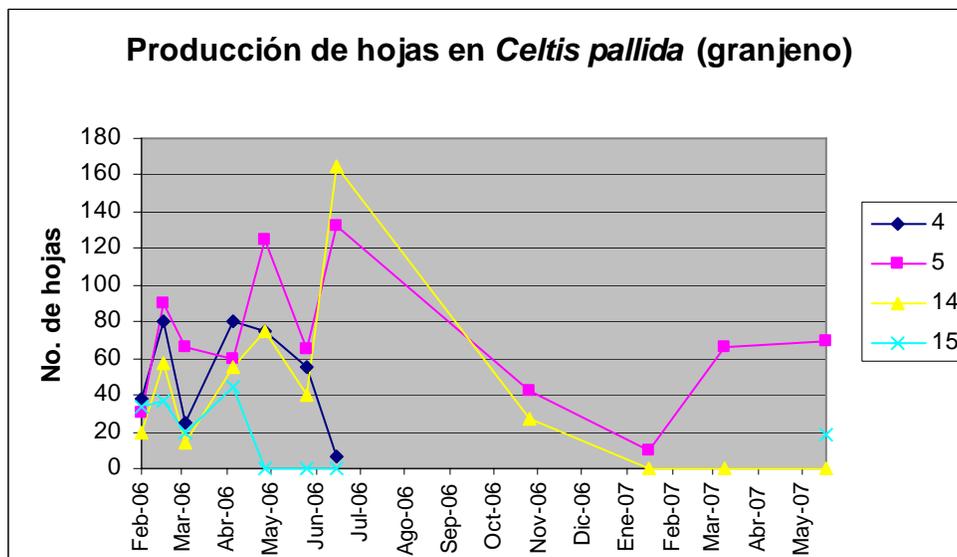


Figura 15. Producción de hojas en *Celtis pallida*.

En el caso de *C. pallida* se puede observar un decremento y aumento en el número de hojas, debido al ramoneo y al rebrote constante. De manera notoria vemos como el árbol 15 se había mantenido sin hojas desde mayo de 2006 debido a un total ramoneo desde el

tallo, volviendo a aparecer en junio de 2007 (Fig. 15).

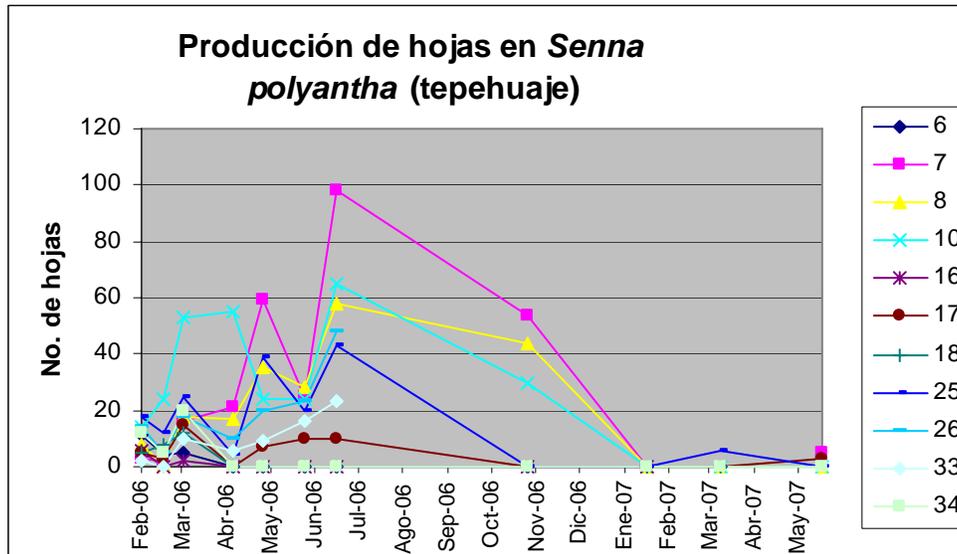


Figura 16. Producción de hojas en *Senna polyantha*.

Para el caso de *S. polyantha* la producción de hojas es similar para la mayoría de los árboles, hay incrementos y decrementos en los primeros meses hasta junio de 2006 que es cuando alcanza el mayor pico. Pero a partir de esta fecha, todos los árboles van en decremento principalmente en enero de 2007, donde se observa que prácticamente ninguno tiene hojas y de esa fecha hasta mayo, siguieron casi igual, excepto el no. 25 que de alguna manera también quedó protegido en su ubicación al no quedar tan expuesto al paso y debido a la cercanía con otros arbustos (Fig.16).

Las especies de *E. polystachya* presentan un comportamiento también de constantes aumentos y decrementos en el número de hojas en los primeros meses y, de igual manera que las demás especies, en junio es cuando los árboles presentan mayor producción de hojas. Es posible observar que a partir de enero cuatro de los siete árboles presentan producción de hojas, en particular los no. 20, 27 y 35, esta especie presentó gran capacidad de rebrote (Fig.17).

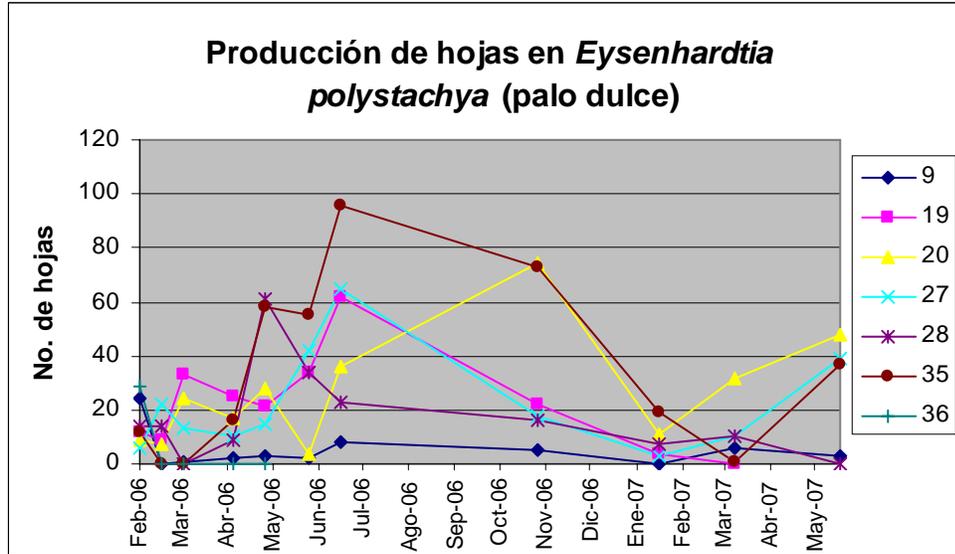


Figura 17. Producción de hojas en *Eysenhardtia polystachya*.

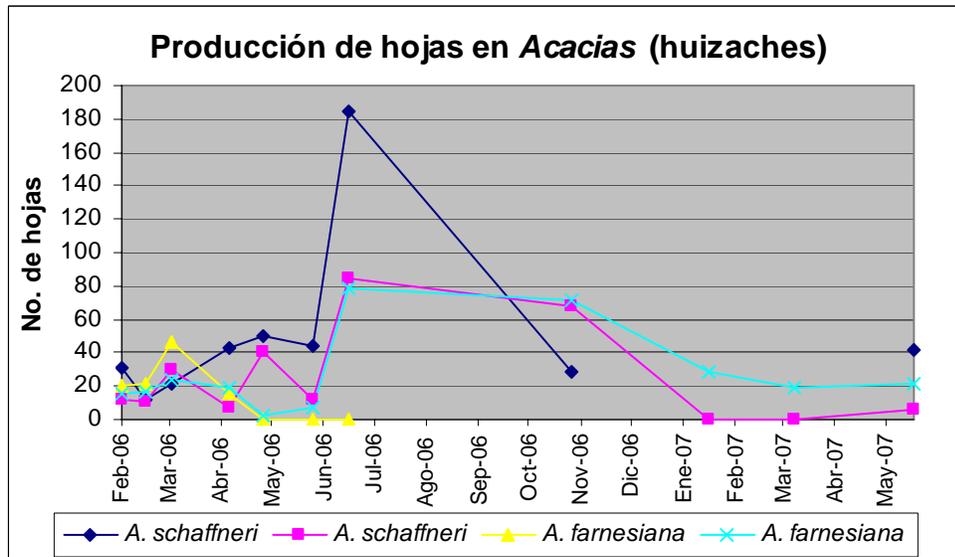


Figura 18. Producción de hojas en Acacias.

A. farnesiana y *A. schaffneri* siguen el mismo comportamiento que las demás especies, con el pico de incremento de hojas entre junio y julio, alcanzando su nivel más bajo en enero de 2007. Uno de los árboles de *A. schaffneri* había desaparecido desde finales de octubre y aparece nuevamente en mayo de 2007, el cual además había sido el que alcanzara mayor número de hojas en junio (Fig. 18).

Los árboles de *C. pallida* en Cerro Colorado presentan mayor producción de hojas que los plantados en San Miguelito, pero en general el comportamiento es el mismo, se alcanza la mayor producción en junio de 2006 y después va bajando hasta alcanzar su nivel más bajo en enero de 2007, aunque hay un aumento en marzo y vuelve a bajar en mayo del mismo año. (Fig. 19).

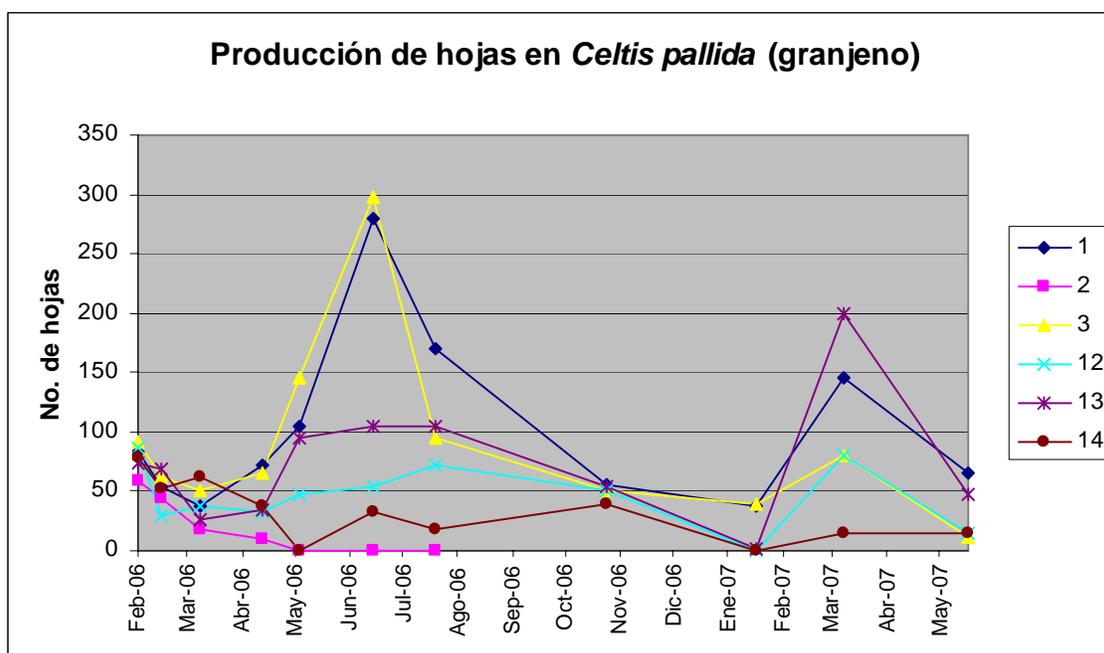


Figura 19. Producción de hojas en *Celtis pallida*.

Los árboles de *T. stans* en los primeros meses muestran pocas hojas, debido al constante ramoneo, pero tienden a aumentar alcanzando su mayor pico en junio, volviendo a bajar a finales de julio, nuevamente aumenta a finales de octubre y baja en enero. Los árboles 4 y 6 de los cuatro plantados tienden a aumentar nuevamente en la última fecha de registro, estos árboles estaban muy próximos a otros arbustos ya establecidos dentro de la parcela (Fig. 20).

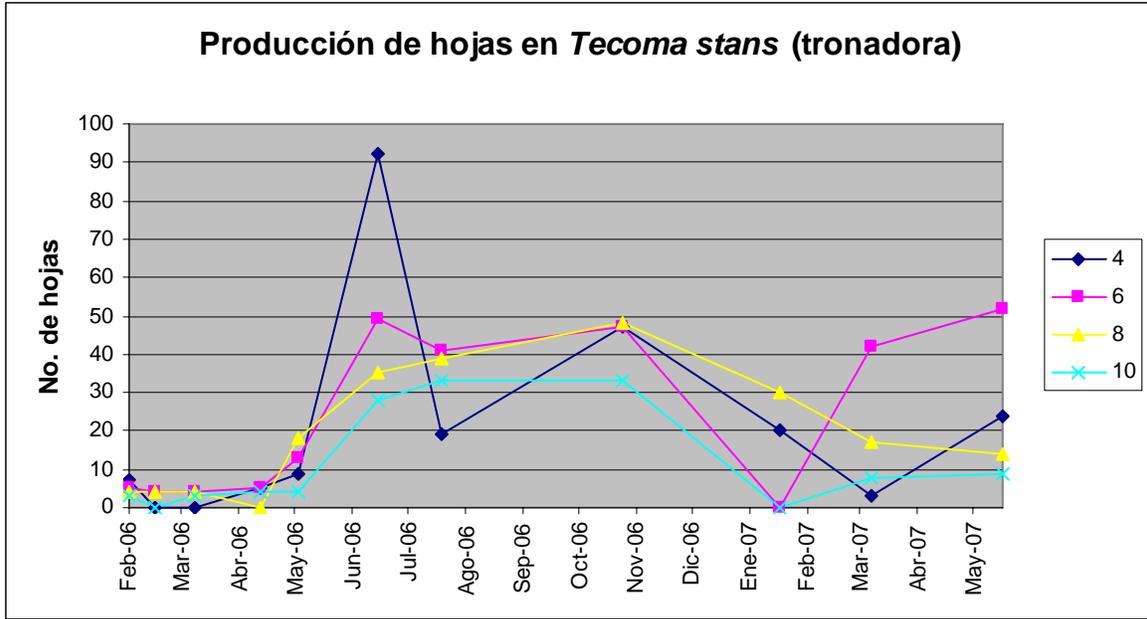


Figura 20. Producción de hojas en *Tecoma stans*

En el caso de *B. cordata* destaca el árbol no. 11 por el número de hojas producido, los demás siguen casi el mismo comportamiento, con el mayor pico en junio de 2006 y el valor más bajo en enero, a partir de esta fecha solo cinco de los ocho árboles vuelven a aumentar el número de hojas, hasta marzo del 2007 (Fig. 21). Las hojas de esta especie presentaron daños por insectos en octubre de 2006 y de heladas en enero de 2007 (Fig. 22).

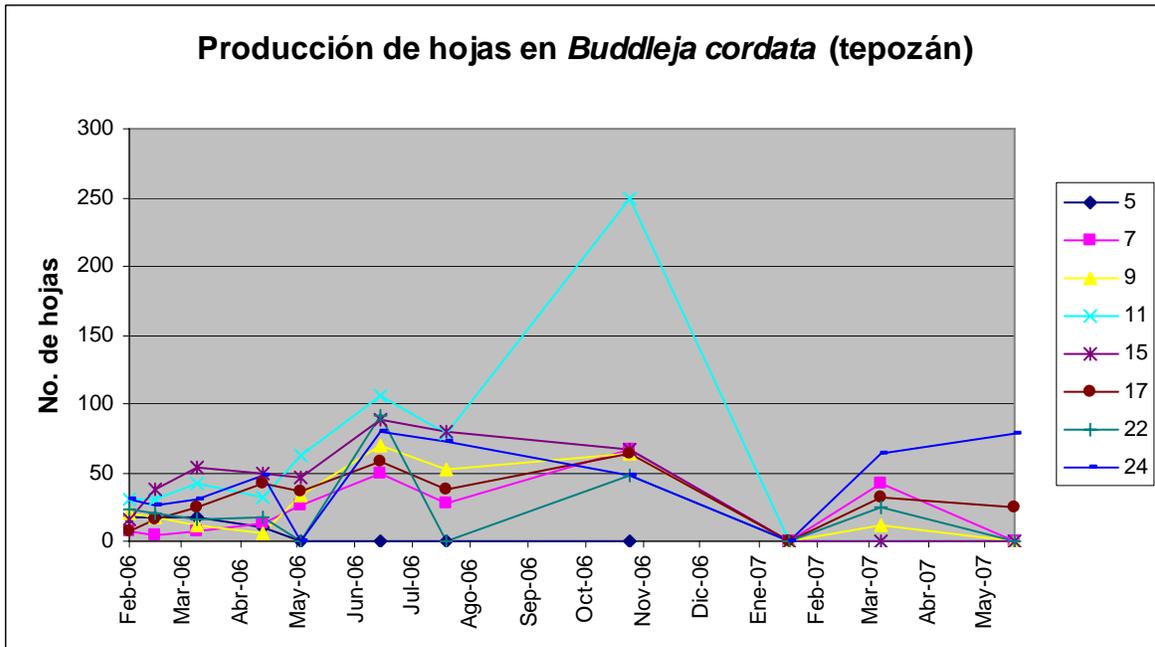


Figura 21. Producción de hojas en *Buddleja cordata*.



Figura 22. Ataque de herbívoros en *Buddleja cordata*.

D. viscosa no presenta muchos cambios durante los primeros meses y al igual que las demás especies la mayor producción de hojas es en junio, después el comportamiento es diferente para cada árbol, pero al igual que *B. cordata* en enero todas las hojas de los árboles presentaban daños causados por helada lo que además causó la muerte de los árboles. (Fig.23 y 24).

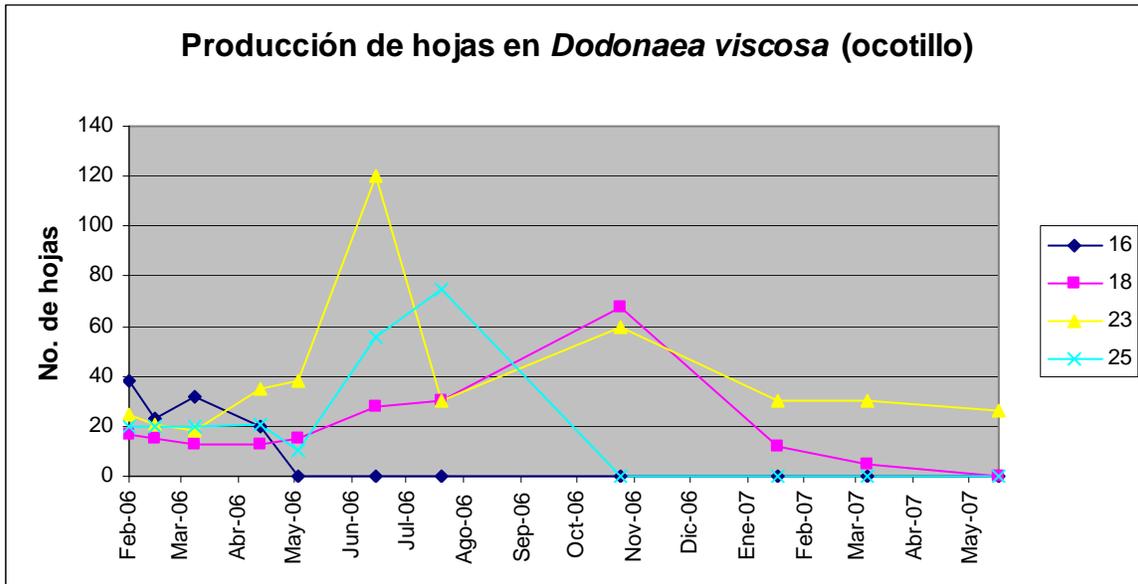


Figura 23. Producción de hojas en *Dodonaea viscosa*.



Figura 24. Daños causados por heladas en *Dodonaea viscosa*.

Para *P. laevigata* a los 15 días después de la plantación hay una ausencia de datos debido a la desaparición de los árboles por el ramoneo de liebres (por la presencia de los copros encontrados en el mismo lugar en que fueron plantados estos árboles) pero a los 15 días nuevamente volvieron a crecer los tallos presentando un incremento constante de hojas, seguido también de decrementos, pero con la tendencia a aumentar; por ejemplo en junio y octubre de 2006, así como marzo y mayo de 2007.

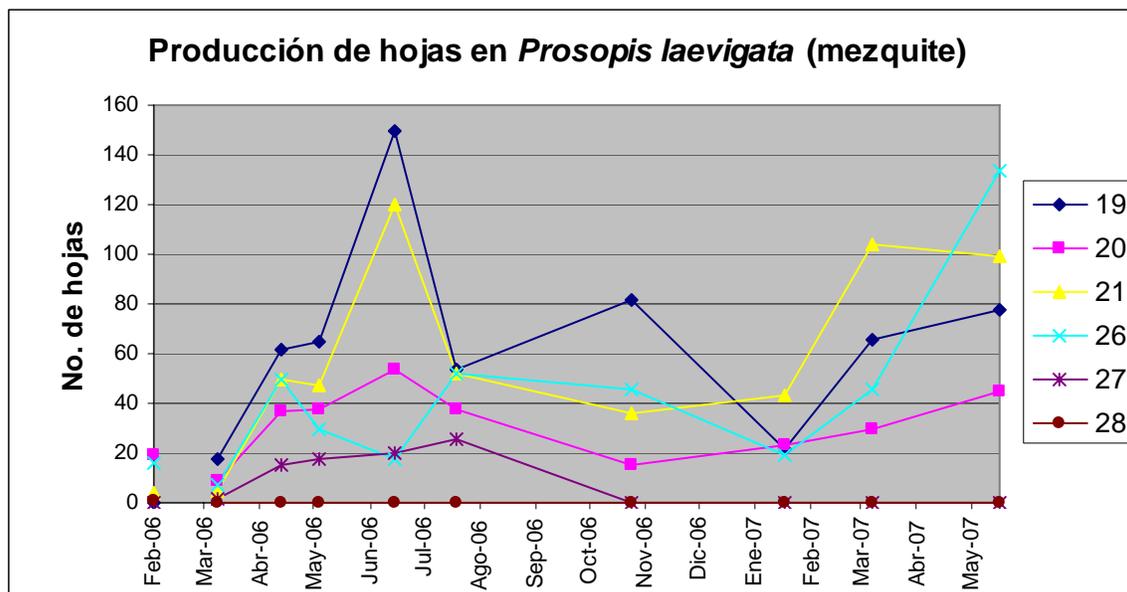


Figura 25. Producción de hojas en *Prosopis laevigata*.

b).- Crecimiento del tallo

El crecimiento del tallo para las especies en la parcela de San Miguelito siguió un patrón muy diferente para cada una a lo largo de los 15 meses de registro, ya que mientras unas crecían, como *L. divaricata*, otras, lo “disminuían”, pero al final de los 15 meses, se puede hablar de un decremento en general para todas las especies por el ramoneo constante de los herbívoros.

En la figura 26 se observa que la especie que alcanza un mayor crecimiento es *L. divaricata*, seguida de *C. pallida* y las dos especies de *Acacia*. Por el contrario, las especies que menos pudieron mostrar su crecimiento fueron *E. polystachya* y *S. polyantha*.

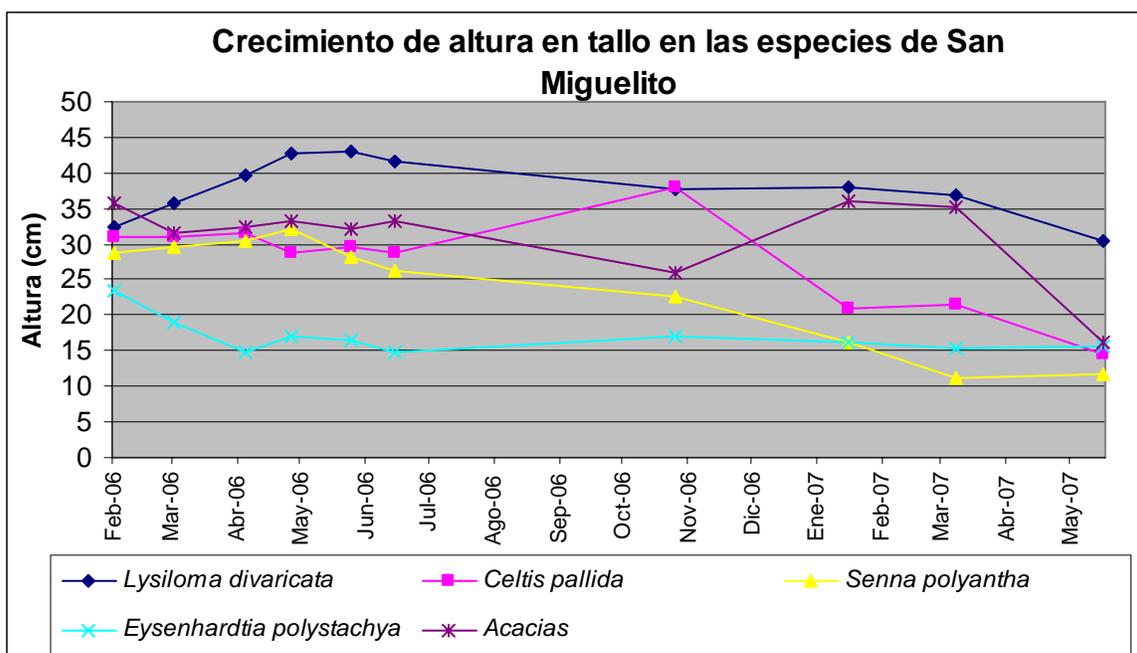


Figura 26. Crecimiento de altura en tallo por especie en San Miguelito.

De acuerdo con las fechas, el periodo en que más afectado se ve el crecimiento de tallo en todas las especies es de marzo a mayo de 2007, un año después de la plantación de los árboles. En esta parcela se encontraron copros de liebres o ardillas y en algunos tallos el ápice mostraba cortes en forma diagonal. Además también se encontraron heces de caballos y burros, lo cual hace suponer que debido al ramoneo de estos animales los tallos no pudieron mostrar su crecimiento (Fig.27).



Figura 27. Copros de burros encontrados en la parcela de San Miguelito.

En el caso de las especies de Cerro Colorado, aquí se observan claramente dos especies que superaron la altura inicial, *B. cordata* y *D. viscosa*, no así para *C. pallida*, *P. laevigata*, y *T. stans* aunque en el caso de esta última presenta altas y bajas en forma notoria, sobre todo en octubre de 2006. (Fig. 28).

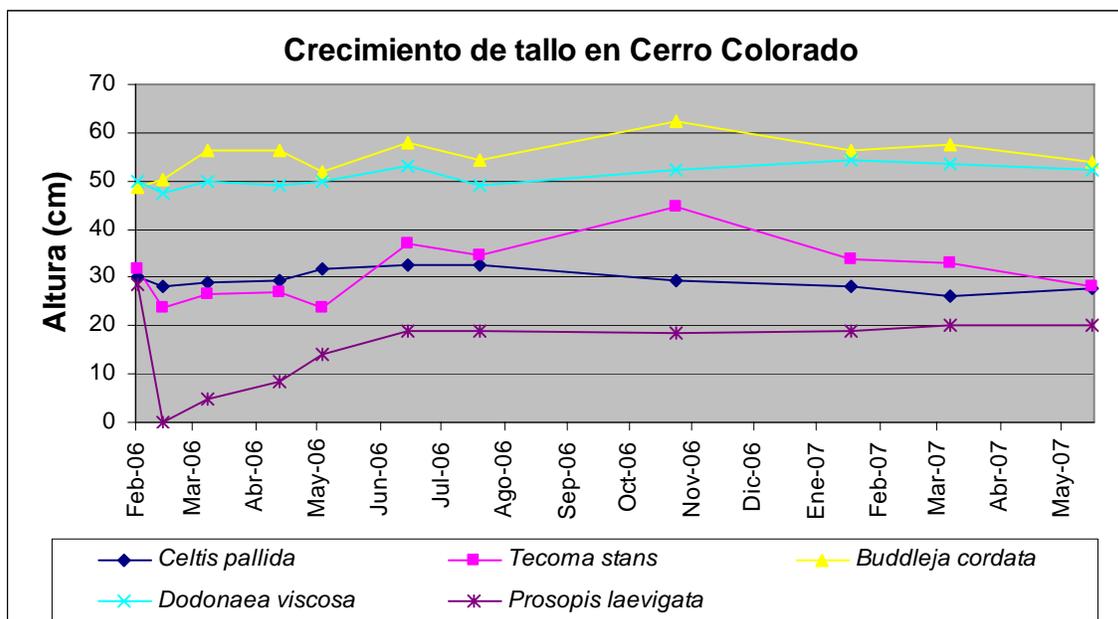


Figura 28. Crecimiento de altura en tallo por especie en Cerro Colorado.

Para *P. laevigata* hay un declive completamente en la primer visita a los 15 días después de la plantación ya que éstos aparentemente habían desaparecido, pero en la visita siguiente, el 12 de marzo de 2006, se encontraron nuevamente presentando un rápido crecimiento en los siguientes tres meses, para después mantenerse casi igual hasta el final de las mediciones. El crecimiento de tallo por especie se muestra a continuación.

Lysiloma divaricata muestra un constante crecimiento de tallo en los primeros meses después de la plantación, pero luego hay un descenso a partir de junio de 2006 debido al ramoneo de los herbívoros (Fig. 29).

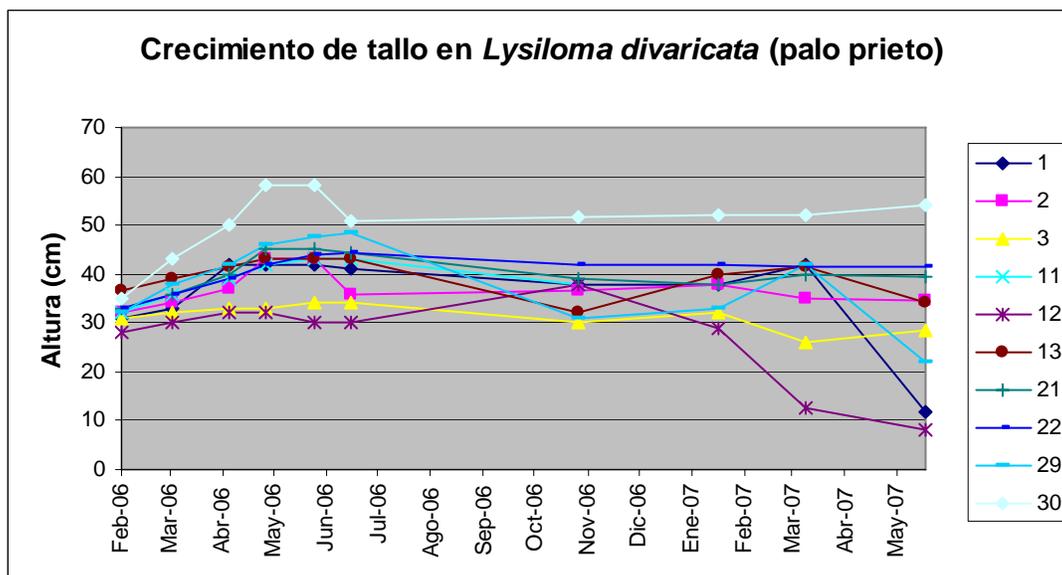


Figura 29. Crecimiento de tallo en *Lysiloma divaricata*.

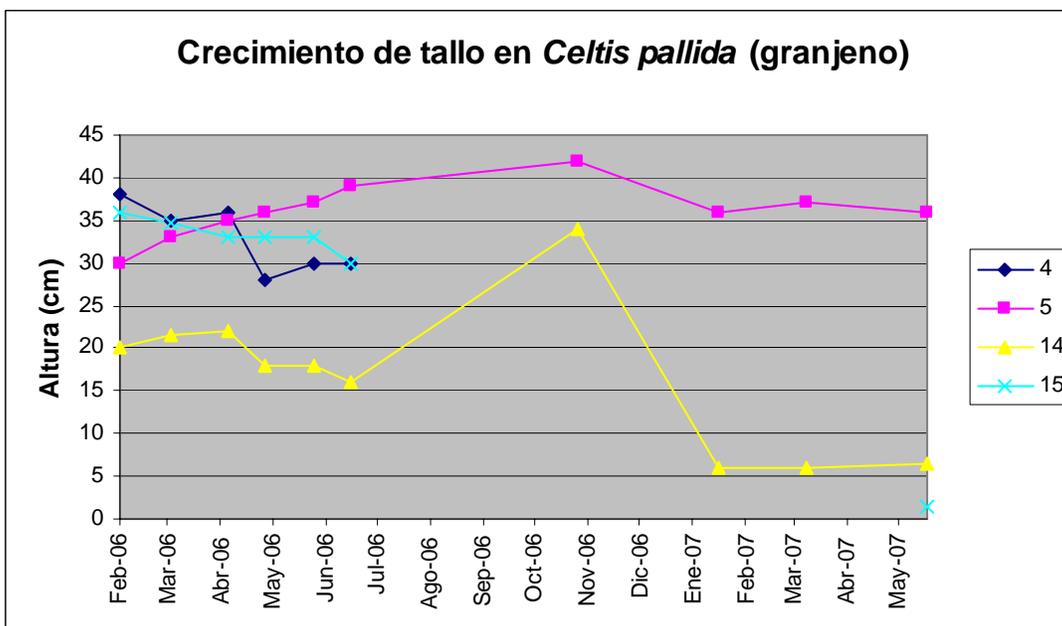


Figura 30. Crecimiento de tallo en *Celtis pallida*.

Para *C. pallida* el crecimiento del tallo muestra comportamientos muy diferentes en cada individuo, no hay ningún patrón a seguir. De manera muy sobresaliente se ve como

el árbol no. 14 crece considerablemente de junio a octubre (casi 20 cm) y para enero apenas contaba con 5 cm debido a los depredadores (Fig. 30).

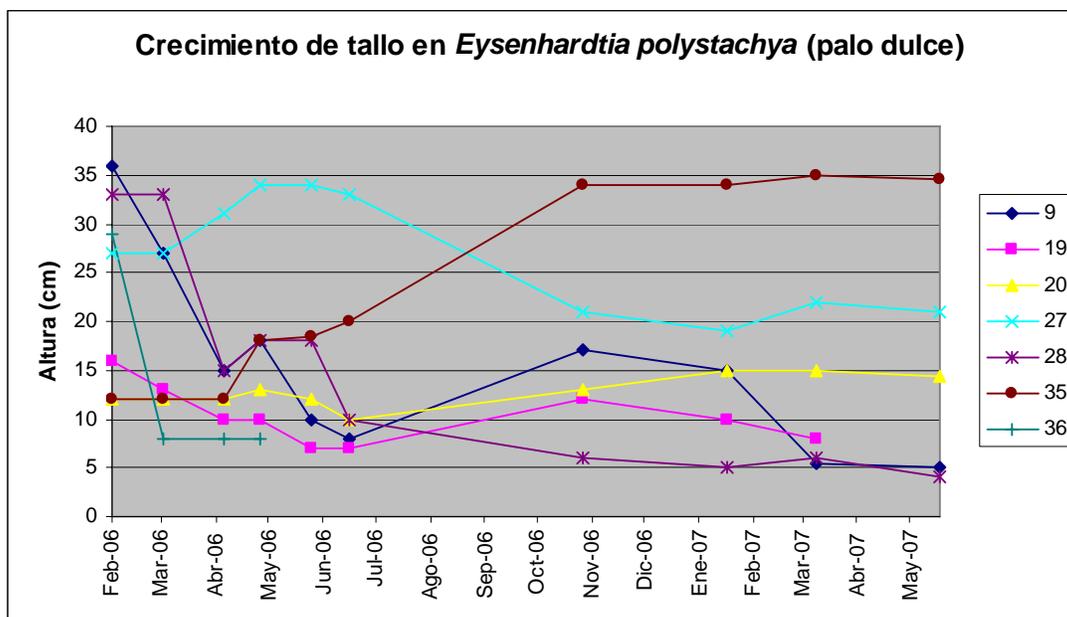


Figura 31. Crecimiento de tallo en *Eysenhardtia polystachya*.

Todos los individuos de *Eysenhardtia polystachya* muestran un patrón muy diferente de crecimiento entre sí, pero dos en particular son completamente opuestos, pues mientras el individuo número 35 que apenas medía 12 cm cuando fue plantado, alcanzó al final de los 15 meses una altura de 35 cm, es decir, creció 23 cm, este individuo quedó protegido ya que al lado había otros arbustos ya establecidos. Mientras que el individuo 9 que media en un inicio 36 cm, al final apenas medía 5 cm, lo cual se debió a un constante ramoneo, al igual que con los demás árboles (Fig. 31).

En el caso de *Senna polyantha*, a pesar de que fue la especie que tuvo una mayor muestra (11 individuos), ninguno pudo rebasar la altura inicial por el contrario, todos quedaron por debajo a pesar de que hasta junio había una tendencia al crecimiento, éste bajo a partir de esta fecha (Fig.32).

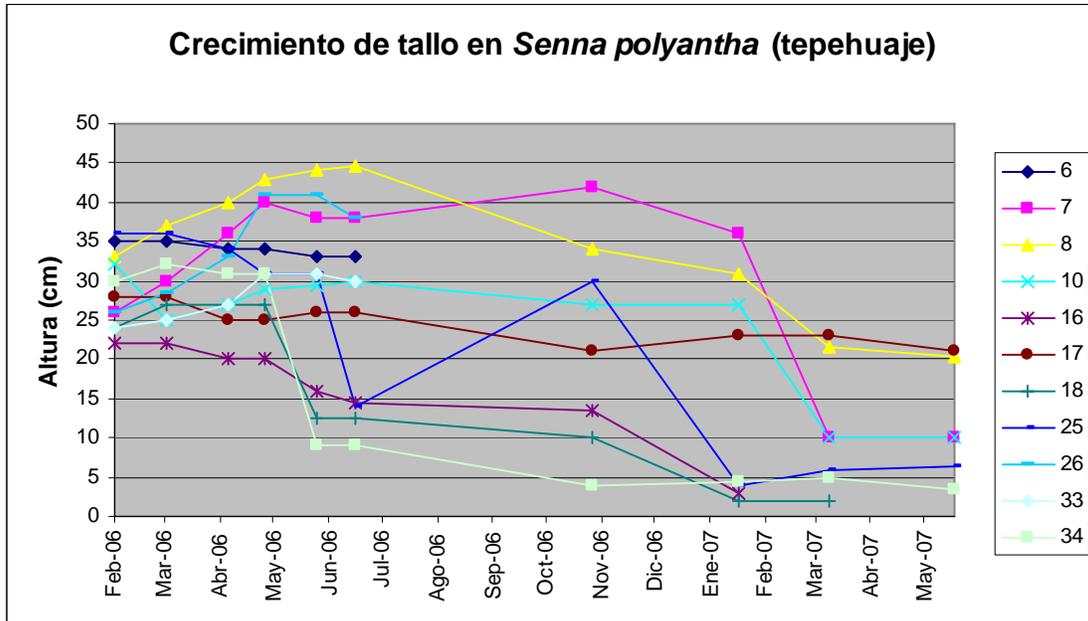


Figura 32. Crecimiento de tallo en *Senna polyantha*.

De las dos especies plantadas, *A. schaffneri* decreció en los primeros meses, después solo uno alcanzó la altura inicial, para *A. farnesiana*, hubo crecimiento en los primeros meses, pero en junio desaparece uno de los árboles y el que queda tiene incrementos y decrementos hasta el final de las mediciones (Fig.33).

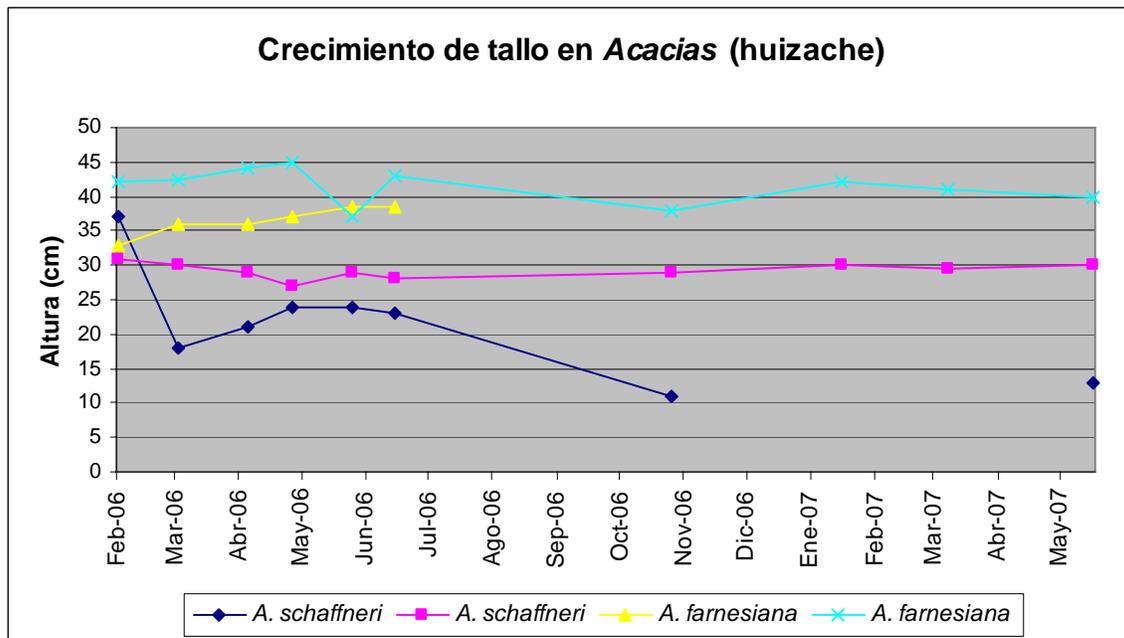


Figura 33. Crecimiento de tallo en Acacias

El crecimiento de altura de tallo de las especies en Cerro Colorado se muestra en las figuras de la 34 a la 38.

Para *C. pallida* hay un constante, aunque lento crecimiento en cuatro de los seis árboles plantados (Fig. 34).

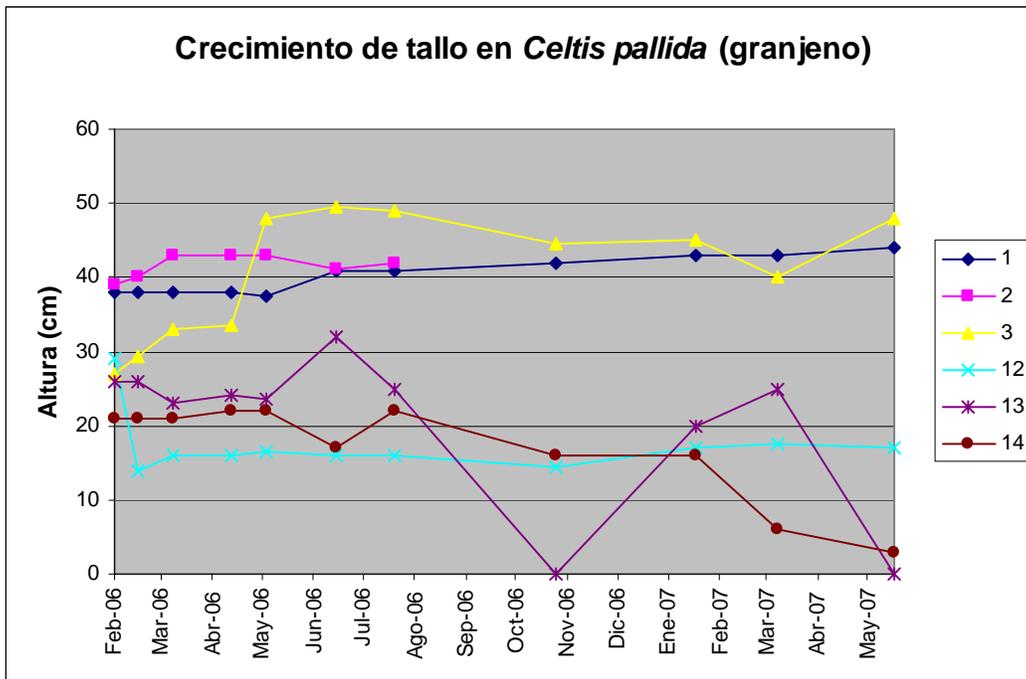


Figura 34. Crecimiento de tallo en *Celtis pallida* en Cerro Colorado.

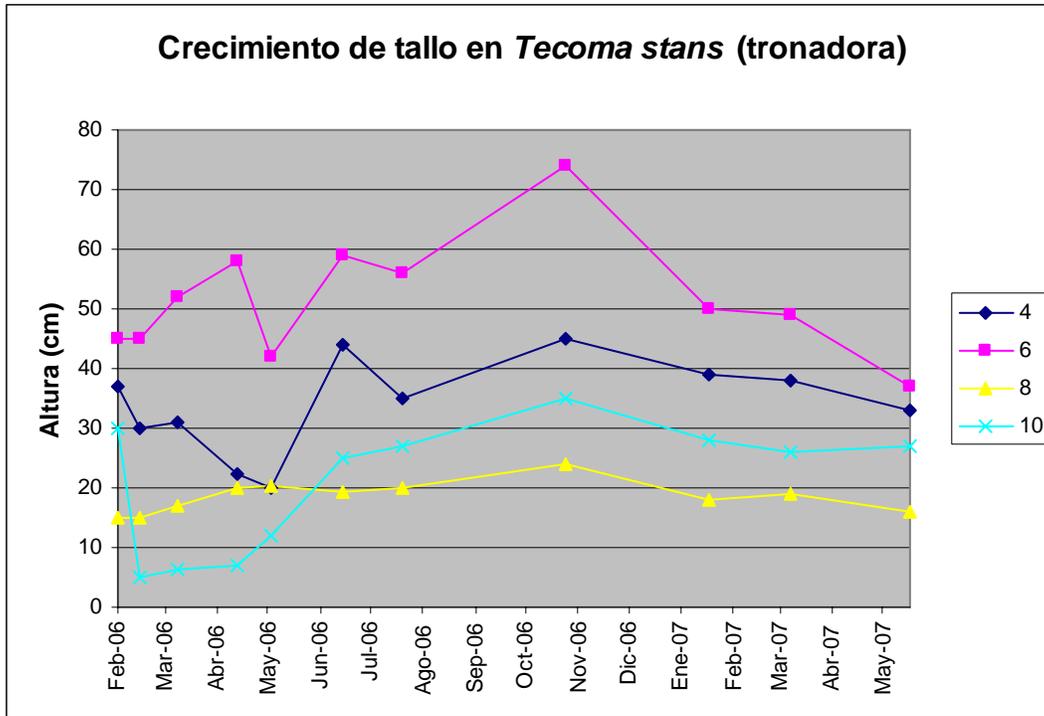


Figura 35. Crecimiento de tallo en *Tecoma stans*.

T. stans muestra incrementos y decrementos de forma muy marcada de manera alternada, debido a un constante ramoneo y rebrote (Fig. 35).

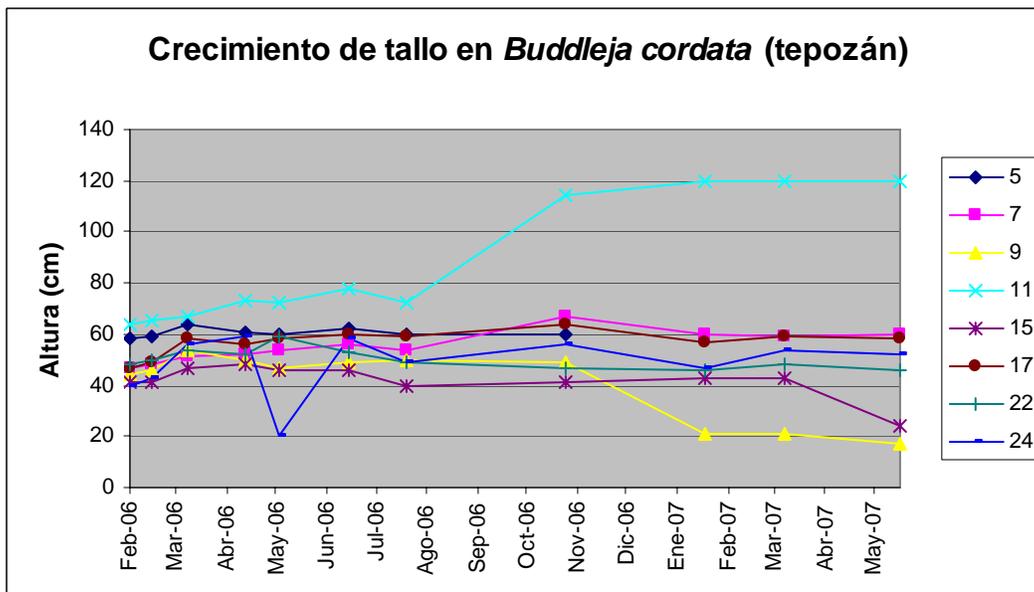


Figura 36. Crecimiento de tallo en *Buddleja cordata*.

En el caso de *B. cordata* uno de los árboles dispara su crecimiento a partir de julio

de 2006 duplicando su talla inicial, de 60 cm iniciales, alcanzando los 120 cm ocho meses después, en los demás el crecimiento es constante y solo dos muestran un decremento muy marcado al final de los 15 meses (Fig. 36).

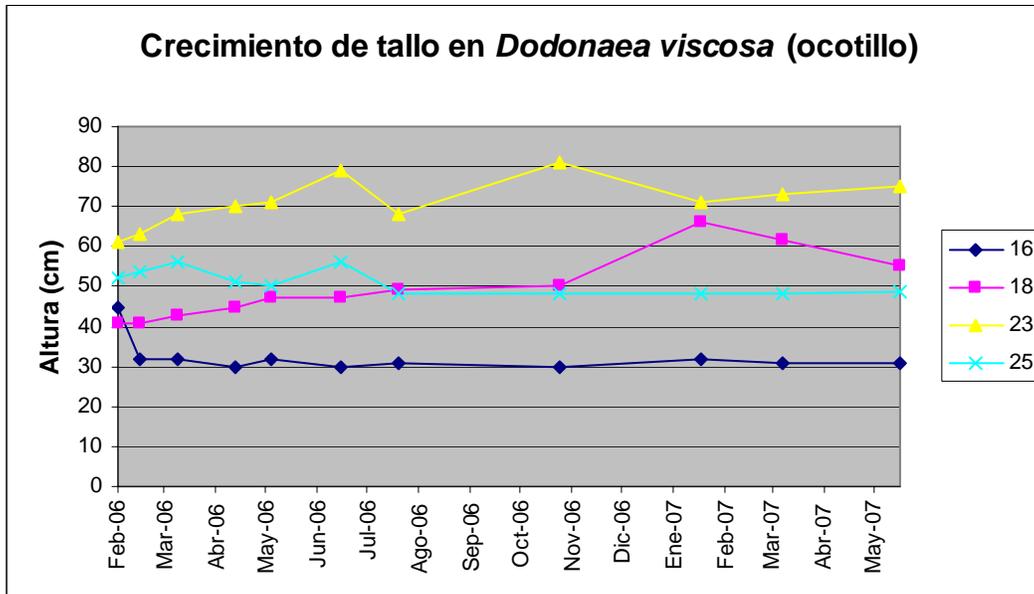


Figura 37. Crecimiento de tallo en *Dodonaea viscosa*.

Para *D. viscosa* la mitad de los árboles (18 y 23) se mantienen casi igual respecto a la altura inicial y la otra mitad (16 y 25) decrecen (Fig. 37).

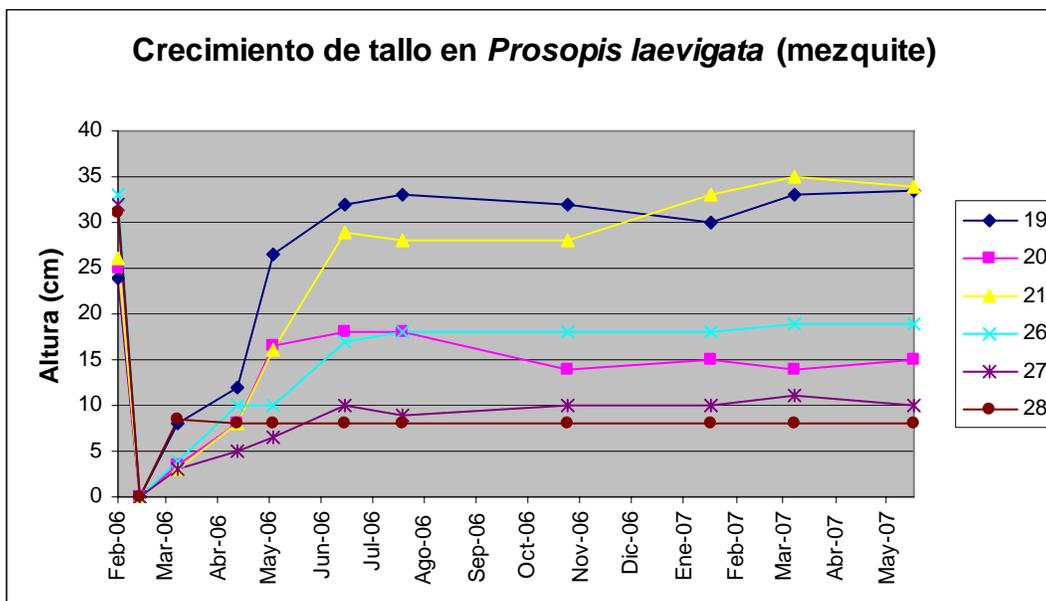


Figura 38. Crecimiento de tallo en *Prosopis laevigata*.

Para *P. laevigata* en la primer visita, después de la plantación, todos los árboles habían “desaparecido” y por lo tanto se les asignó una medida de cero, pero posteriormente se encontraron los rebrotes de los tallos que habían sido comidos por herbívoros, ya que se encontraron copros de liebres o ardillas, con la marca del ápice del tallo cortado en diagonal (Fig. 39). El crecimiento es rápido en las semanas siguientes para dos de los seis árboles (19 y 21) que alcanzan los 30 cm en solo cuatro meses.



Figura 39. Tallo de *Prosopis laevigata* cortado en su ápice por roedores.

En este sitio se encontraron insectos como chinches, saltamontes en la visita del mes de octubre, lo cual afectó el follaje principalmente de *B. cordata*; también se encontraron heces de caballo y burros a partir de enero de 2007 (Fig. 40).



Figura 40. Copros de burros, e insectos encontrados en Cerro Colorado.

c).- Crecimiento del diámetro

De los 36 árboles plantados en San Miguelito 13 aumentaron su diámetro, seis quedaron igual y 17 lo disminuyeron, aunque en forma mínima ya que estamos hablando de tan solo milímetros de diferencia. En la figura 41 podemos ver que las únicas especies que aumentaron su diámetro fueron *E. polystachya* y *C. pallida*, las otras tres lo disminuyeron, principalmente *S. polyantha*.

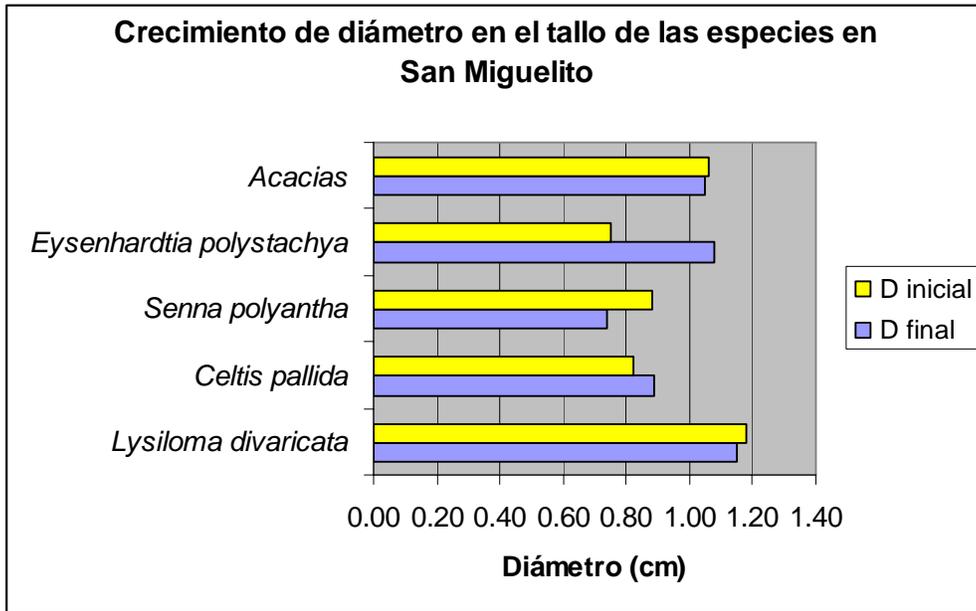


Figura 41. Crecimiento de diámetro en San Miguelito.

Los árboles de Cerro Colorado mostraron cambios más significativos en cuanto al diámetro del tallo, como fue el caso de *T. stans* y *P. laevigata*, destacando que a nivel de especie ninguna de las cinco tuvo disminución de diámetro (Fig 42).

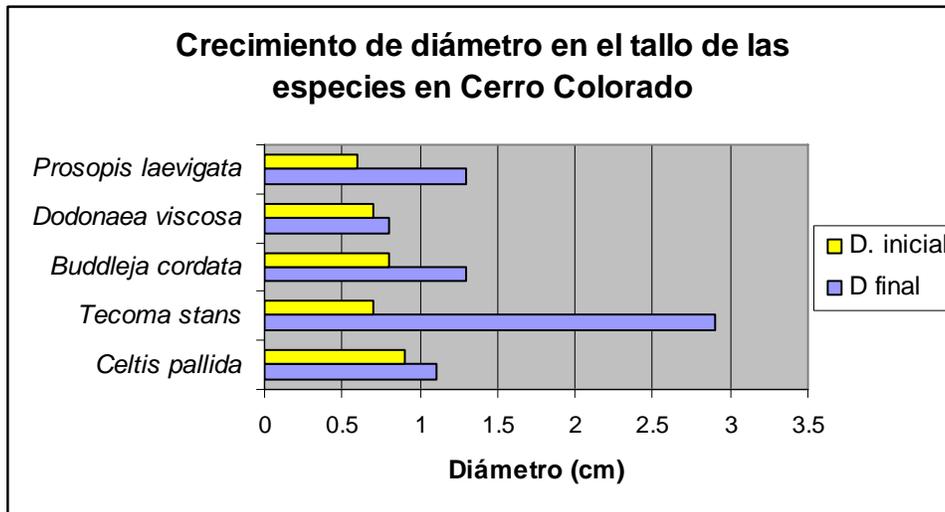


Figura 42. Crecimiento de diámetro en Cerro Colorado.

VII.6.- Porcentaje de Supervivencia

San Miguelito

El porcentaje de supervivencia fue disminuyendo, manteniendo un buen porcentaje hasta octubre de 2006, pero a partir de enero de 2007 bajó aún más llegando al 53% en enero y para mayo sólo seguían vivos el 47% (Fig. 43).

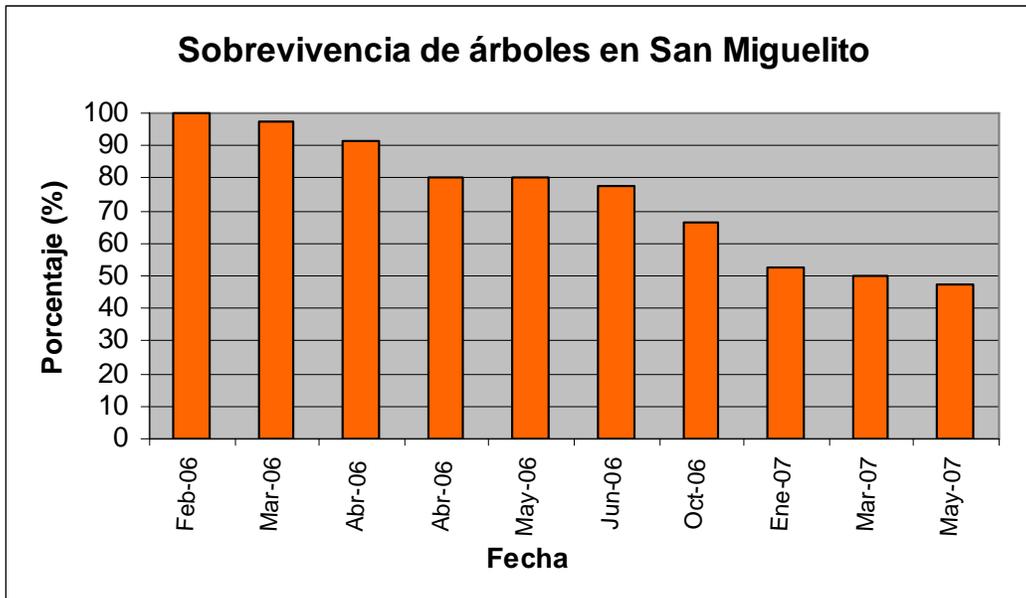


Figura 43. Supervivencia de árboles en San Miguelito.

La supervivencia por especie fue mejor para *A. schaffneri* con el 100%, seguida de *L. divaricata* con 60%, *E. polystachya* con 57%, *C. pallida* y *A. farnesiana* con 50% y la más afectada fue *S. polyantha* apenas con el 18.2% (Fig. 43).

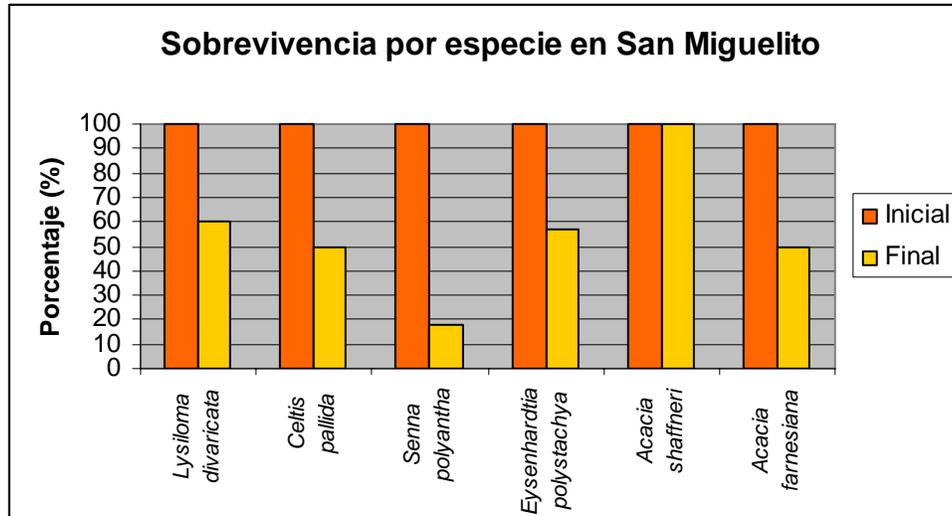


Figura 44. Sobrevivencia por especie en San Miguelito.

Cerro Colorado

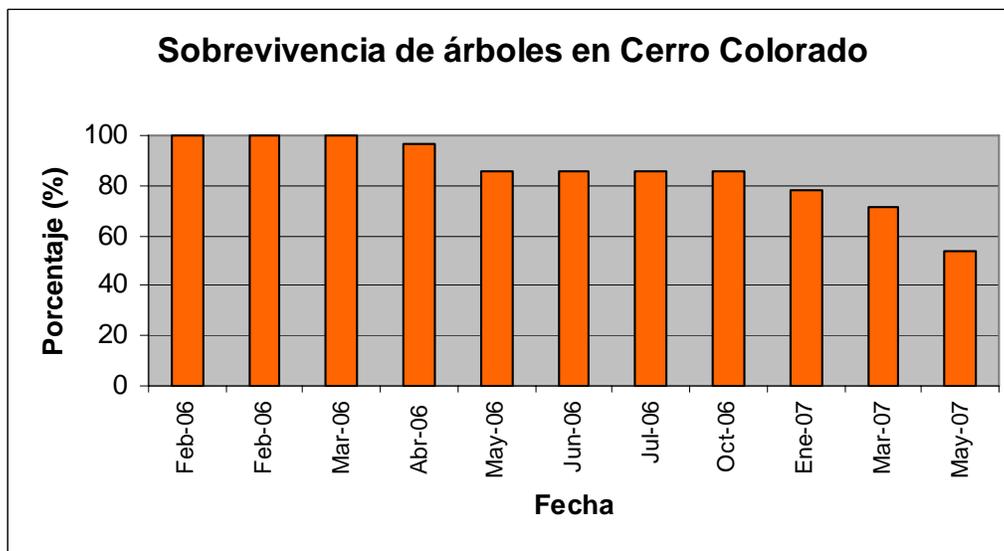


Figura 45. Sobrevivencia de árboles en Cerro Colorado.

El porcentaje de sobrevivencia en Cerro Colorado se mantuvo cerca del 80% hasta octubre de 2006, los primeros nueve meses, pero a partir de enero de 2007 baja considerablemente, llegando al 54% para mayo de 2007 (Fig. 45).

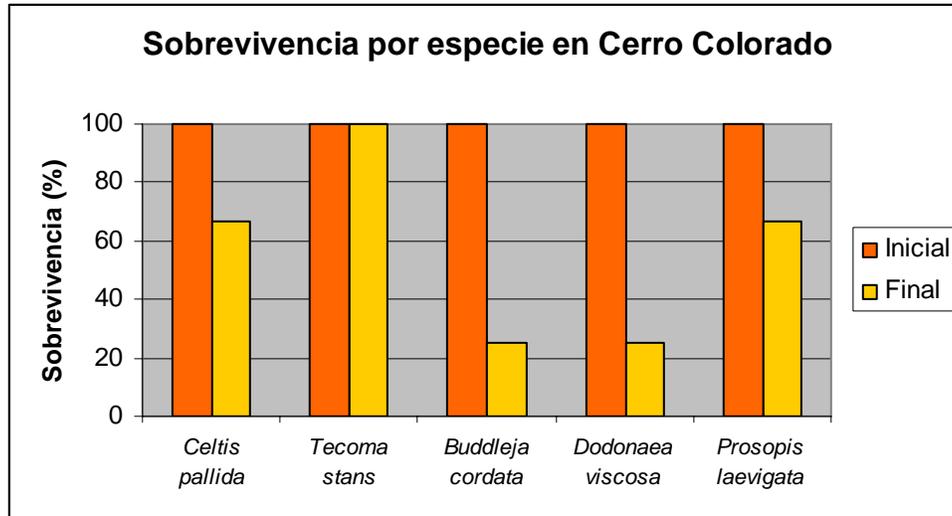


Figura 46. Sobrevivencia por especie en Cerro Colorado.

A nivel de especie *T. stans* tiene un 100% de sobrevivencia, seguida de *C. pallida* y *P. laevigata* con un 67% y las más afectadas fueron *B. cordata* y *D. viscosa* con el 25% (Fig. 46).

VII.7.- Ámbito Social

Contacto con las autoridades y habitantes:

En la localidad de San Miguelito el primer contacto con la gente fue con el Comisariado Ejidal en turno: Sr. Leobardo Camacho H., el secretario, Sr. Pascual Santiago Rubio y el Sr. Genaro Hernández líder moral en el ejido. A ellos se les solicitó el apoyo para contactar a los dueños de las parcelas donde se plantaron los árboles (Fig. 48).



Figura 47. Asamblea Ejidal en San Miguelito.



Figura 48. Taller en Cerro Colorado.

En la localidad de Cerro Colorado nuestro primer contacto fue con Paulina Hernández, sub-delegada en turno de esa localidad, posteriormente se tuvo una presentación ante los habitantes a través de un taller organizado por el Centro de Capacitación para el desarrollo sustentable (CECADESU) al que acudieron hombres y

mujeres de diferentes edades, así como niños; informándoles de este trabajo de investigación y el porqué del interés. De manera informal se preguntó a la gente que acudió al taller qué árboles conocía de su comunidad y estas son las especies que ellos mencionaron: “garambullo” (*Myrtillocactus geometrizans*), “mezquite” (*Prosopis laevigata*), “huizaches” (*Acacia* spp.), “capulines” (*Karwinskia humboldtiana*), “palo bobo” (*Ipomoea murucoides*), “nopales” (*Opuntia* spp.), “zorros” (*Celtis caudata*), “tepehuaje” (*Senna polyantha*), “palo dulce” (*Eysenhardtia polystachya*), “xixote” (*Bursera fagaroides*) y “encino” (*Quercus* spp.).

Plantación:

Durante la plantación de los árboles, que se llevó a cabo en febrero de 2006, participaron en San Miguelito los niños: Daniel, Juan Carlos y Pablo Rubio Rodríguez (hermanos) y los adultos Juan Rubio Rodríguez y Leonel Rubio Juárez. Los niños colaboraron con mucho gusto y en las visitas posteriores fueron a ver como estaban creciendo los árboles que ellos mismos habían plantado. (Fig.49).



Figura 49. Plantación en San Miguelito y Cerro Colorado.

En cerro Colorado, apoyaron el mismo dueño de la parcela, Sr. Marcelo Hernández Puga y su hijo, Jesús Hernández Suárez. Es importante señalar que a pesar de que ya se le había dicho a la gente que los árboles que se iban a plantar eran “nativos” de ese lugar, mostraron cierto “desencanto” al verlos, pues comentaron que de esos árboles “había muchos ahí en su comunidad y que además crecían solos”. La gente esperaba ver

árboles de mayor tamaño y follaje, pero sobre todo especies no nativas como pinos, flamboyán o fresnos y frutales, Esta situación fue común en ambas localidades.

VII.7.1.- Encuesta y taller

El 18 de marzo de 2006 se organizó un taller sobre “Propagación de arbustivas nativas en vivero rústico” en el INIFAP Campus Bajío, impartido por la Dra. Rosario Terrones, al cual asistieron el Director (44 años) y alumnos de la Telesecundaria de San Miguelito (edades entre 14 y 16 años) y la Sra. Oliva Hernández Puga (de 56 años) de Cerro Colorado. Previo al taller se aplicó un cuestionario a los participantes para saber cuál es el conocimiento sobre las arbóreas y arbustivas nativas. Algunas de las preguntas y sus respuestas se muestran a continuación:

Pregunta: ¿Qué árboles y arbustos conoce que hay en su comunidad?

Los encuestados conocen un total de 31 especies de árboles entre nativos y no nativos. Los resultados se muestran en la Figura no. 50.

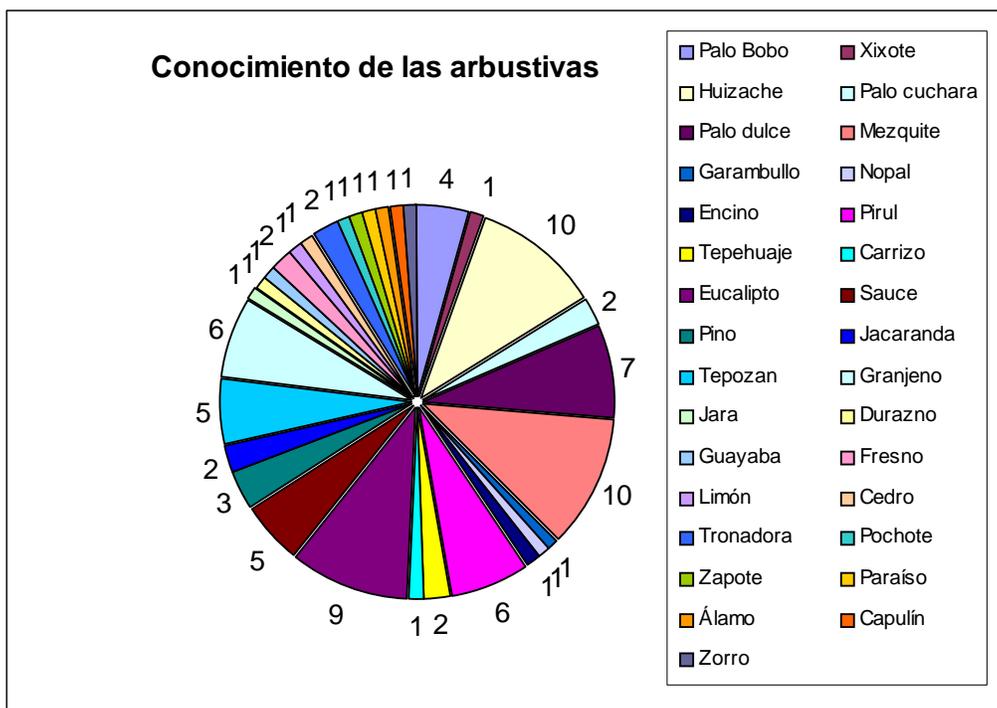


Figura 50. Conocimiento de arbustivas.

De los 31 árboles conocidos los más mencionados fueron: mezquite con 10 menciones, “huizache” (*Acacia* spp.) con 10, “eucalipto” (*Eucalipto* sp.) con nueve, “palo dulce” (*E. polystachya*), con siete, “pirúl” (*Schinus molle*) con seis, “granjeno” (*Colubrina elliptica* o *C. pallida*) con seis, “sauce” (*Salix humboldtiana*) con cinco, “tepozán” (*B. cordata*) con cinco, palo bobo (*Ipomoea murucoides*) con cuatro, pino (*Pinus* sp.) con tres. Las demás especies solo fueron mencionadas una o dos veces.

Al relacionar la edad de los encuestados con el número de especies nativas que conocen, los adultos (44 a 56 años) conoce más especies nativas que la gente joven (de 14 a 16 años).

En cuanto a los porcentajes de especies nativas y no nativas que conoce la gente éstas se muestran en la Figura 51.

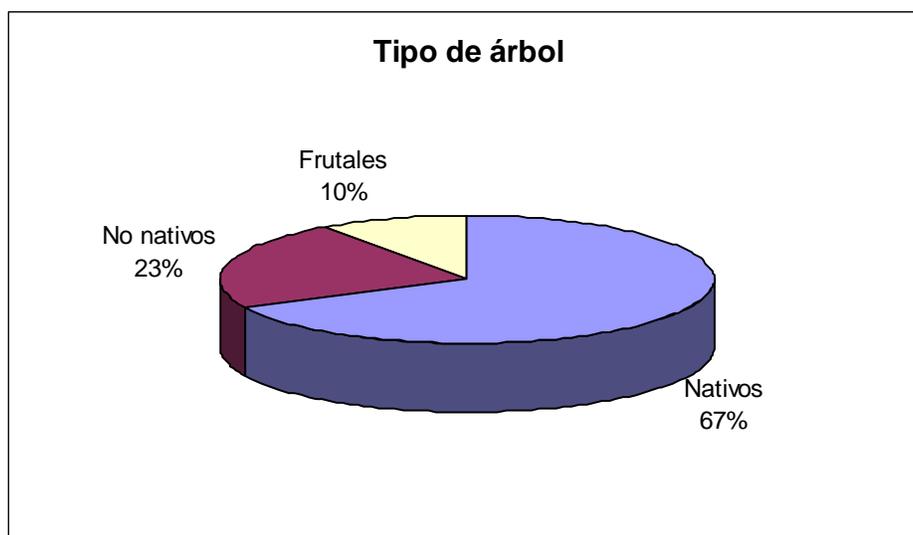


Figura 51. Porcentaje de árboles nativos y no nativos que conoce la gente.

Pregunta: ¿Para qué los usan los habitantes?

Los usos que más hacen los habitantes de las arbustivas son: para leña (28%), medicinal (18%), sombra (15%), alimento (10%), madera, (8%) y construcción (8%) Fig. 52.



Figura 52. Usos de arbustivas

Pregunta: ¿Considera que existe el riesgo de que estos árboles pudieran acabarse por el uso que la gente hace de ellos? El 86% respondió que si y el 14% que no (Fig. 53)

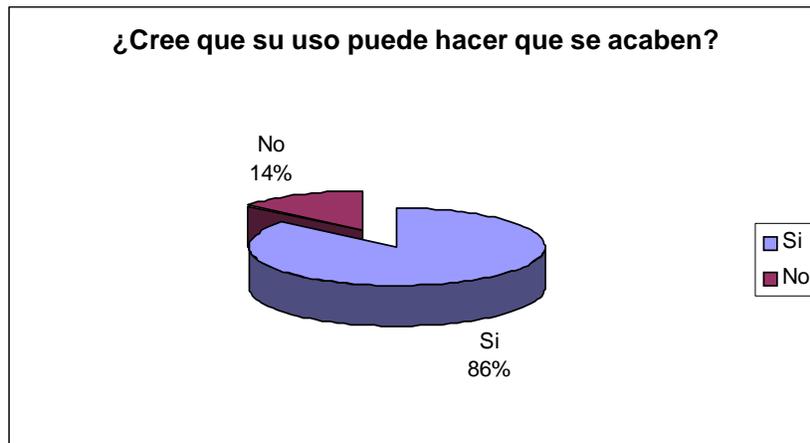


Figura 53. Agotamiento de los árboles por su uso

Pregunta: ¿Le gustaría participar en tareas de reforestación? El 100% respondió que si.

Pregunta: .- ¿Qué especies de árboles le gustaría que hubiera en su comunidad?

La especie más mencionada fue el “pino” (*Pinus* sp.) con un 18.5%, “ocotillo” (*D. viscosa*) con un 14.8%, “eucalipto” (*Eucalipto* sp.) con 11.1%, “mezquite” (*P. laevigata*) con el 11.1% y “huizache” (*Acacia* sp.) con el 7.4% (Fig.54).

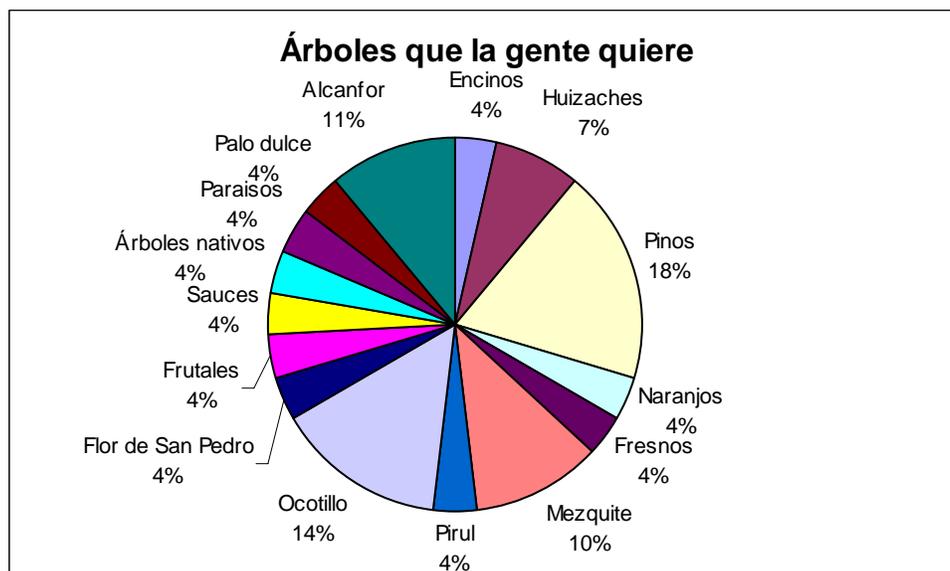


Figura 54. Árboles que la gente quiere tener en su comunidad

Taller

El propósito de este taller fue que los participantes, habitantes de San Miguelito, conocieran y valoraran la importancia de las arbóreas y arbustivas nativas de su Microcuenca, además de que conocieran la manera de propagarlas con recursos a su alcance.

El taller se dividió en tres sesiones:

- ❖ Presentación teórica.
- ❖ Un recorrido por el arboretum
- ❖ Práctica: Propagación de arbustivas.

a).- Presentación teórica, se abordaron conceptos como:

El Ciclo del Agua

Desertificación

Deterioro de Suelo

Erosión

Cambio Climático

Tipos de Vegetación

El árbol y sus relaciones con el aire, subsuelo y el ser humano

Sistemas agroforestales

Entre los beneficios de los sistemas agroforestales se mencionaron:

- 1.- La regeneración y conservación del medio ambiente.
- 2.- Controlan la erosión y mejoran la estructura de la tierra.
- 3.- Fomentan el crecimiento de microorganismos benéficos.
- 4.- Son una alternativa para desalinizar la tierra.
- 5.- Funcionan como barreras y cercas vivas.
- 6.- Son sitios de hibernación y protección para flora y fauna (corredores biológicos)
- 7.- Sirven para el control de plagas
- 8.- Embellecen el paisaje y mejoran la salud.
- 9.- Estabiliza las cuencas.

Finalmente se dijo que las arbustivas también tienen un aspecto cultural e histórico, porque son parte de la cultura, representan un gran acervo de conocimientos que nos brindan identidad.

b).- Recorrido por el Arboretum:

Durante el recorrido por el arboretum se fueron mostrando algunas de las especies que lo conforman, las cuales están arregladas por familias:

Leguminosas: “mezquites” (*Prosopis laevigata*), “mezquitillo”, siete especies de “acacias” (*Acacias* spp.), “tepehuajes” (*Senna polyantha*) y “leucaenas” (*Leucaena* sp.). Otras leguminosas fueron: “pata de cabra”, “engorda cabra” o “limoncillo oloroso”, “violeta de árbol o falsa orquídea” y “brichos”, “palo dulce” (*Eysenhardtia polystachya*) y timbe, (*Acacia* sp.).

Rosáceas: “tejocote” (rojo y amarillo), “membrillo cimarrón”, importantes por la producción de pectina, para la elaboración de jaleas, mermeladas, y ates.

Rhamnaceas: “capulín”o “tullidora”, (remedio para la poliomielitis). “granjeno rojo”, “anaranjado y amarillo”.

Compuestas: “jara amarilla” o “jara de arroyo”. Son melíferas y las ramas se ocupan para las varillas de los cuetes.

Sapindaceae: “ocotillo” (*Dodonaea viscosa*). Usos: para envarar hortalizas, barreras o cercos vivos. El “capulín blanco” preparado como té combate fulgones, mosquita blanca y trips.

Buddlejaceae: “tepozán blanco” (*Buddleja cordata*), produce una toxina con efecto alelopático, entre sus ventajas está la de ser especie pionera para regenerar el bosque. La hoja se utiliza como insecticida orgánico especialmente para eliminar el gusano de maíz.

Otras especies que hay son:

Costilla de vaca, que se emplea como forraje.

Lantriscos, se emplea como remedio contra la diabetes.

Palma pita. Uso decorativo.

Palma yuca. Usos: como fibra, la inflorescencia la usan como ornamental.

Cucharilla. Uso ceremonial, adornos.

También hay cultivos de cebada, anís y maíz



Figuras 55, 56 y 57 Recorrido por el arboretum en el INIFAP Campo Experimental Bajío.

b).- Recorrido por el Arboretum

Se habló también de la parcela de traspatio, para la cual se recomienda tener una barrera que puede ser de “ocotillo” (*D. viscosa*) o de “órganos” (*S. dumortieri*). En el INIFAP esta parcela de traspatio cuenta con dos secciones principales:

- Árboles y hortalizas: Aquí hay especies como: “palo prieto”, “lantrisco”, “tepehuaje”, “leucaena”, “palo dulce”, “jaboncillo” o “aguacatillo” y algunas hortalizas.
- Aromáticas y Medicinales: Hay “chaya” (*Cnidoscolus chayamansa*) se usa para el control de la diabetes, contiene hierro y vitamina C), “te de limón”, “ruda” (para la inflamación del oído, cólicos), “romero”, “salvia” (respiratorios), “mirto de campo”, “huele de noche” o “santanita”, “poleo” (respiratorios), hierba del perro (empacho), sosa (lavar trastos contiene saponina).

c).- Práctica: “Propagación de Arbustivas”

Preparación de la tierra para sembrar

- 50% tierra y 50 % arena de río (cernida).
- Se llenan las bolsas de ½ Kg.
- Asentar la tierra. (Método manual)

Procedimiento para desinfectar con la luz solar.

- Se puede emplear un plástico de color negro como base.
- Las bolsas se rocían con un poco de agua
- Cubrir las bolsas de tierra con un plástico transparente. Se produce un efecto de lupa y alcanza temperaturas hasta de 80 ° C.
- Sellar con piedras o con arena a los costados.
- Tiempo aproximado: Si se cuenta con un clima soleado, dejar una semana, para clima nublado o Frío, tres semanas.
- Una vez terminado el procedimiento si no se va a sembrar en el momento, se tapan las bolsas para que no se contaminen.

Siembra.

- Se riega el sustrato un día antes hasta que escurra.
- Se recomienda colocar tres semillas por bolsa.
- Si la semilla no es dura se deja remojar en agua o se siembra directamente.
- Si la semilla es dura se lija. Para esto se emplea un bote de plástico, al cual se le coloca una lija, de la más gruesa para madera, en el interior de la circunferencia del bote y sobre la tapa. Se colocan las semillas y de 20 a 40 minutos se realizan movimientos giratorios.
- Se hierven las semillas en agua a temperatura de 80°C de 5 a 15 minutos, posteriormente se deja reposar durante 24 hrs en agua templada. En caso de ser una semilla vieja se puede dejar 2 días de reposo.
- Se recomienda sembrar a una distancia en profundidad de 3 veces el tamaño de la semilla, sin embargo se hacen 2 surcos sobre la superficie de las bolsas con tierra y se colocan las semillas cubriéndolas con una ligera capa de arena. (Es preferible usar la tierra de los hormigueros).
- En caso de que la semilla sea como la bellota, se perforan por abajo, y se siembran hasta la mitad de su tamaño.

Almacenamiento de semillas.

- Se colocan cenizas para evitar la reproducción de animales que puedan dañar las semillas.

Como resultado de la participación en este taller los alumnos de la Telesecundaria de San Miguelito dirigidos por su Director, Florian Vargas, propagaron semillas de especies de su comunidad, como “granjeno rojo” (*Colubrina elliptica*), “patol” (*Erythrina coraloides*) y colectaron semilla de “huizache” (*Acacia* spp.), “mezquite” (*Prosopis laevigata*), “granjeno rojo” (*Colubrina elliptica*), “zorro” (*Celtis caudata*), y “patol” como una colaboración para el proyecto del vivero de especies nativas del Fideicomiso de Queretano del Medio Ambiente, FIQMA.

VIII.- DISCUSIÓN

De acuerdo con los objetivos y resultados se presentará la discusión de los resultados en la misma secuencia de los objetivos particulares y al final respecto al objetivo general:

1.- Datos de crecimiento.

En la mayoría de las especies de este estudio, la respuesta al crecimiento de las hojas, del tallo y del diámetro parece verse afectado por varias razones:

- **El ramoneo de animales herbívoros (roedores, caballos, burros,) limita el crecimiento** Esta factor estuvo presente de manera constante a lo largo de los 15 meses, las evidencias encontradas fueron principalmente las heces de caballos, burros y roedores, así como los tallos cortados en su ápice en forma diagonal (característico de los roedores) Esta situación pareció afectar todas las medidas de crecimiento ya que al ser comidas las hojas y los tallos se presentaban incrementos y decrementos de una fecha a la otra. Algunas especies parecían ser las más apetecidas por los herbívoros como el caso de *E. polystachya* y *P. laevigata* (en un principio) otras parecían no ser muy deseadas como fue el caso de *D. viscosa*.
- **La herbivoría por insectos posiblemente afectó** los datos de crecimiento, ya que se encontraron desde hormigas, chinches, chapulines, los cuales afectaron principalmente los datos en cuanto a producción de hojas de *Buddleja cordata* (tepozán) una vez que se presentó la época de lluvia y que éstas habían alcanzado su mayor producción en cuanto número de hojas.
- **La fenología de las especies caducifolias** influyó de manera negativa en los datos de respuesta al crecimiento respecto a producción de hojas, como *E. polystachya*, *L. divaricata*, *P. laevigata*, *S. polyantha*, *T. stans*. al no presentar hojas en una época del año.
- **La estacionalidad.** parece afectar de manera positiva y negativa la respuesta al crecimiento ya que durante la época de lluvia que inició a finales de julio en 2006(según los datos registrados por la estación meteorológica de la CEA en Santa Rosa Jáuregui) se registró el mayor número de hojas (follaje) en general para todas

las especies, al contrario de cuando se presentó el invierno que fue cuando se registró el menor número de hojas para todas las especies en ambos sitios.

- **Capacidad de rebrote de la especie.** Esta capacidad de algunas especies puede ayudar al crecimiento como en el caso de *P. laevigata* que quince días después de la plantación de los árboles fueron comidos totalmente (posiblemente por liebres o ardillas, por el tipo de copros encontrados ahí mismo y por el corte del tallo en forma diagonal) pero de inmediato comenzaron a presentar rebrote generando varios tallos que en menos de cuatro meses alcanzaron hasta 30 cm de alto produciendo además un gran número de hojas. Otra especie que presentó una mayor capacidad de rebrote fue *E. polystachya*.
- **Capacidad de respuesta al crecimiento de cada planta (diversidad genética).** El empleo de arbustivas provenientes de semillas muy probablemente influyó en los resultados ya que éstos en algunos casos fueron muy diferentes al promedio como el caso del árbol no. 11 de *B. cordata* que sobresalió duplicó la altura de su tallo inicial, ya que de 60 cm que media inicialmente, alcanzó los 120 cm en un lapso de ocho meses (febrero a octubre de 2006), además este árbol aumentó tres veces el tamaño de su diámetro de 0.6 a 1.8 cm.

Las especies con mayor crecimiento en cuanto al número de hojas fueron *C. pallida*, *B. cordata* y las de mayor capacidad de rebrote *E. polystachya* y *T. stans*. Estas mismas especies también presentaron aumento en el diámetro del tallo, aunque en general sólo dos especies decrecieron en este dato: *S. polyantha*, *L. divaricata*. Las especies de Acacia, presentaron una disminución mínima en el diámetro del tallo

2.- Supervivencia.

Los porcentajes de supervivencia (47% para las especies de San Miguelito y 54% para las de Cerro Colorado) puede considerarse aceptables, considerando los mencionados por Guevara *et al* (com. Pers) en otros estudios con arbustivas nativas en la región del bajío Mexicano, o por Terrones (com. pers.) en algunos programas de reforestación con Pinos, los cuales apenas alcanzan el 1% de supervivencia. Además hay que destacar en estos porcentajes de supervivencia que a los árboles no se les dio el cuidado con que cuentan al

estar en vivero, y esta es una realidad que muy frecuentemente enfrentan los árboles cuando son empleados en planes de restauración o reforestación. Más aún, en ambientes áridos no es fácil suministrar agua para asegurar su sobrevivencia. En cuanto a los datos de sobrevivencia, también podemos diferenciar varias causas que parecieron afectar:

- **Bajas temperaturas.-** El menor porcentaje de sobrevivencia que se dio a partir de enero de 2007 casi al año de haber sido plantados los árboles posiblemente se debió a las bajas temperaturas registradas a finales de diciembre de 2006 y enero de 2007, y una evidencia fue que las hojas de *D. viscosa* y *B. cordata* que llevaban buen crecimiento y aspecto hasta octubre de 2006, se veían quemadas lo cual se asocia a las bajas temperaturas que se registraron en esas fechas.
- **El ramoneo de animales herbívoros.** El ramoneo afectó de igual manera los datos de crecimiento y sobrevivencia ya que la poca presencia de hojas pudo ser una causa de muerte al no haber suficiente fotosíntesis para los requerimientos de energía de la planta.
- **La ubicación** de los árboles pareció determinante en su crecimiento y sobrevivencia, ya que algunos quedaron muy cercanos a árboles o arbustos ya establecidos en la parcela como *Karwinskia humboldtiana*, *Ipomoea murucoides*, *C. pallida*, o *E. polystachya*, lo cual les proporcionaba condiciones diferentes al resto, como sombra, humedad, mejor calidad de suelo. Aunque no hubo mediciones de estos factores, se puede asumir de acuerdo a datos que reportan Ramírez *et al.* (2004) que es posible que todas estas condiciones de microclima o de micrositio que generan las especies ya establecidas les hayan ayudado tanto en el crecimiento como en su sobrevivencia a los árboles que quedaron próximos a ellas.
- **Calidad de planta.** La especie que más mortalidad presentó fue *S. polyantha*, pues desde los primeros meses varios árboles empezaron a morir aun cuando había comenzado la época de lluvias, cabe destacar que esta especie presentó tallos con diámetros muy pequeños y poco follaje desde el inicio del estudio, lo cual constata lo expuesto por Ramírez y Rodríguez (2004) respecto a la correlación entre diámetro del tallo y la sobrevivencia ; por el contrario, especies como *T. stans*, *P.*

laevigata, *C. pallida* y *E. polystachya*, fueron las que tuvieron un mayor porcentaje de sobrevivencia, y los datos de diámetro y follaje también fueron mayores para estas especies. Estos datos también pueden asociarse a la gran capacidad de rebrote de las mismas especies.

- **La falta de cuidado** por parte de la gente también es probable que afectara la sobrevivencia ya que algunos árboles como *A. farnesiana*, *A. schaffneri*, *L. divaricata* fueron pisoteados o trozados como en San Miguelito, una evidencia de la presencia de personas fue la basura encontrada (envases de refrescos, latas y bolsas de plástico) en el sitio de plantación.

La mezcla del gel de poliacrilamida y yeso agrícola fue solo una medida que se empleó para ayudar a mantener la humedad y la condición del suelo, pero no se puede hacer una evaluación de su efecto, ya que se utilizó para todos los árboles y por lo tanto no hubo árboles testigo que pudieran demostrar lo contrario. Aunque si es importante destacar que los árboles presentaron crecimiento en cuanto a la producción de hojas nuevas en los primeros meses, aún cuando no había iniciado el periodo de lluvias que comenzó hasta julio de 2006, es decir casi cinco meses después de la plantación, y la sobrevivencia en estos primeros cinco meses se mantuvo en porcentajes de 78 y 86% en San Miguelito y Cerro Colorado, respectivamente; lo cual pudiera asociarse al empleo del gel. El número de riegos que se aplicó pareció no tener un efecto directo en cuanto al crecimiento y sobrevivencia, pues en Cerro Colorado, sólo se aplicó un solo riego a las cinco semanas de la plantación, y los árboles tuvieron mejor porcentaje de sobrevivencia, mejor follaje y crecimiento en altura de tallo y diámetro al final de los 15 meses

La parcela de San Miguelito fue la que presentó mayor evidencia de herbívoros y actividades antropocéntricas al encontrarse más próxima a las viviendas de la gente, al contrario de la parcela de Cerro Colorado que estaba más alejada de la comunidad, lo cual pudo ser favorable. Estos datos no son concluyentes, ya que para evaluar el crecimiento en árboles requerimos por lo menos de tres años y este estudio solo comprendió 15 meses, además la sobrevivencia también pudiera cambiar, dada la gran capacidad de rebrote de las especies.

3.- Ámbito social con relación a la actitud y conocimiento de las plantas nativas.

Desde el inicio del estudio se buscó tener un acercamiento con los habitantes de los sitios de estudio, San Miguelito y Cerro Colorado, desde las autoridades, así como con los habitantes, en primer lugar para que conocieran el propósito del mismo, después para conocer en que manera ellos se interesan por sus arbustivas, que importancia o usos les dan, y finalmente para involucrarlos en las tareas de reforestación con arbustivas nativas de su entorno. El acercamiento con la gente, durante los 15 meses del estudio permitió conocer un poco de la actitud y el conocimiento que la gente tiene con respecto a las arbóreas y arbustivas nativas de su microcuenca. Algunas de las actividades en que se tuvo este acercamiento fue la plantación de las plantas, donde participaron los mismos propietarios de las parcelas y tres niños, mediante comunicación directa, el taller sobre “Propagación de arbustivas nativas en vivero rustico” y la encuesta aplicada. De este acercamiento y contacto se pueden identificar varios aspectos respecto a la actitud y conocimiento que la gente tiene de los árboles y arbustos de su microcuenca:

- **Utilidad económica.** El conocimiento que tiene la gente de las arbóreas y arbustivas nativas es al parecer por el uso que hacen de ellas, por ejemplo de las especies más conocidas mencionaron el “mezquite”, el “huizache” y “palo dulce” que tienen un gran uso como leña; también reconocen el uso medicinal de los árboles de su entorno y el beneficio en cuanto a sombra y como fuente de alimento para sus animales.
- **Parece existir poca apreciación de la flora nativa de su entorno,** aún en personas adultas que han hecho uso de las mismas para satisfacer diversas demandas, principalmente leña, sobre todo por considerarlas como árboles que crecen por si solos en el campo. Esto fue muy evidente cuando los mismos propietarios que facilitaron las parcelas vieron las especies antes de su plantación y su reacción fue un poco de desencanto, ya que esperaban ver especies de mayor talla, follaje y coloridas en cuanto a sus flores o bien árboles frutales.
- **Preferencia por especies exóticas.** Hay cierto interés cuando se les habla de

reforestación o plantación de árboles, pero las especies que parecen tener preferencia son las exóticas como los pinos o inclusive el eucalipto. Sin embargo, a raíz del taller, las respuestas de algunos encuestados tomaron en cuenta a las arbustivas de su microcuenca, como el tepozán (*B. cordata*), ocotillo (*D. viscosa*), a diferencia de los que contestaron antes del taller, Esto pudo ser que el taller les hizo reconsiderar sus respuestas, o les hizo recordar las arbóreas y arbustos que hay en su localidad y que usos les dan

- **La gente adulta tiene mayor conocimiento sobre las arbustivas nativas, tanto del número de especies como se su importancia y utilidad con respecto a los jóvenes.** Este conocimiento de la gente mayor también puede estar relacionado a los usos que por generaciones atrás han heredado, sin embargo este conocimiento puede estar en riesgo de perderse debido a los cambios que se están dando en la microcuenca en cuanto a emigración de la gente joven y abandono de las actividades productivas del sector primario sobre todo en Cerro Colorado que cuenta con una tasa de crecimiento negativa (la única en la microcuenca) por la emigración principalmente hacia los Estados Unidos.
- **La participación de la gente fomenta el interés** Durante la plantación participaron niños que en las siguientes visitas acudieron a observar el crecimiento de los árboles, de igual manera, los jóvenes el maestro Florian que asistieron al taller de propagación de arbustivas nativas en vivero rústico, manifestaron el interés por participar en labores de reforestación y propagación de arbustivas nativas.

Durante el taller los participantes mostraron un gran interés al conocer la importancia ecológica, económica y cultural que tienen las arbóreas y arbustivas de su entorno, lo cual inclusive influyó en las respuestas del cuestionario que algunos contestaron después del taller, al mencionar las especies de árboles que conocían, sus usos, pero sobre todo cuando contestaron sobre los árboles que les gustaría plantar en su localidad, ya que mencionaron especies como “tepozan” (*B. cordata*) y “ocotillo” (*D. viscosa*).

Otro de los resultados del taller fue la divulgación que se hizo del mismo ya que varias personas que habían sido invitadas y que no pudieron asistir supieron del contenido del taller por los comentarios que hicieron los asistentes, lo cual despertó el interés para poder continuar con la divulgación de la importancia de las arbóreas y arbustivas nativas en esas localidades del Ejido de San Miguelito en la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui.

Respecto al objetivo general, de acuerdo a los resultados de este estudio, las especies que parecen establecerse mejor, son *P. laevigata*, *E. polystachya*, *C. pallida* y *T. stans*, las tres primeras son muy buena opción para leña y como formadoras de suelo, como forraje además de otros beneficios, por esto podrían ser una buena opción para utilizarlas en propuestas de reforestación.

IX.- CONCLUSIONES

Los programas de reforestación y restauración deben ser viables, y conducir a resultados favorables; aunque sean proyectos a largo plazo. La restauración de la vegetación pérdida no es tarea sencilla ni rápida, sobre todo cuando hablamos de árboles y arbustos nativos.

Las especies nativas son una buena opción para la reforestación y restauración de zonas afectadas donde la pérdida de la vegetación se ha hecho presente y es urgente tomar medidas para mitigar los daños ambientales que esto conlleva. El que estas especies sean las mejor adaptadas a las condiciones naturales de los sitios donde se van a plantar con fines de reforestación o restauración es una gran ventaja, pero aún así tienen que enfrentar varios obstáculos en sus primeros meses o años para establecerse, como son la falta o escasez de agua, condiciones climáticas extremas (heladas, sequías, granizadas), otro gran problema que enfrentan es la presencia de herbívoros: desde insectos, liebres, conejos, caballos, burros que ramonean constantemente las hojas y tallos nuevos que la planta está produciendo para poder crecer y establecerse.

Además de estas limitantes, otro factor en contra es que parece no haber una valoración por parte de la gente que habita en sus alrededores, aun cuando se hace uso de las mismas y creen que no es necesario reforestar con estas arbóreas y arbustivas nativas porque consideran que hay muchas en su comunidad y que crecen por si solas. Sin embargo, hay personas que al reconocer los beneficios que se obtienen de las arbóreas y arbustivas nativas, cambian su apreciación y actitud respecto a las mismas.

Pero no solo los pobladores de las microcuencas tienen la responsabilidad del cuidado de sus recursos naturales, el Gobierno al no tener una buena planeación de crecimiento a veces es el que tiene mayor responsabilidad al autorizar los cambios en el uso de suelo y darle poca importancia a los pocos manchones de vegetación que aún quedan casi como relictos de lo que alguna vez fueron. Además de las pocas alternativas que ofrecen a los habitantes de las zonas rurales y que generalmente viven con alto grado de marginación.

Los resultados de este estudio más que alentadores, podrían ser preocupantes, pues pareciera que el crecimiento de la mayoría de las especies es lento e inclusive parecen no tener crecimiento. En realidad si hay una respuesta al crecimiento de las especies nativas para establecerse, pero los factores adversos lo limitan en gran parte. Por eso si se quiere contar con una vegetación nativa para tener todos los servicios ambientales que nos ofrece, antes que iniciar labores de reforestación o restauración hay que cuidar a como de lugar lo que aun queda, porque el costo en tiempo, trabajo y económico de restaurar o reforestar puede ser mayor que el de conservar. Aunque dada la alta cifra de deforestación con la subsiguiente desaparición de bosques y selvas que prevalece en nuestro país, estas labores de reforestar y restaurar con especies nativas, no solo son necesarias son una urgencia si no queremos sufrir las consecuencias por los daños causados, como ya se está dejando ver con los desastres naturales de las recientes inundaciones, deslaves y desgajamientos de cerros por la falta de una cobertura vegetal.

Además, sería muy importante que se evitara en lo posible la presencia de herbívoros y depredadores cuando se pretenda hacer una reforestación o plantación con estas especies para evitar los daños por el ramoneo, una buena recomendación hecha por el Maestro Florian Vargas de la Telesecundaria de San Miguelito es plantar árboles de mayor edad y altura (por lo menos de 1.50 m de alto) para tener una mayor posibilidad de sobrevivencia. Por otra parte, es importante no basar las reforestaciones en el empleo de una sola especie, ya que al tener diferentes especies aumenta la posibilidad de sobrevivencia de algunas de ellas, otra ventaja podría ser emplear plantas provenientes de semilla para conservar la diversidad genética de la especie y lograr mayor resistencia a plagas o enfermedades. Además considerar a las especies que presentan mayor vigor o resistencia ante los factores adversos y las que tengan mejor crecimiento y capacidad para establecerse.

Respecto a la actitud de la gente en cuanto al conocimiento y valoración de las arbustivas nativas, es necesario hacer campañas de divulgación sobre la importancia de la vegetación nativa, sobre todo de las arbóreas y arbustivas, así como involucrarlos en las tareas de reforestación y restauración para la conservación y propagación de estos recursos tan importantes en el mantenimiento y manejo de las Microcuencas.

BIBLIOGRAFIA

Albert, L. 1996. Sobreexplotadas las fuentes hídricas del País. In: La jornada Ecológica 4 (37): 3-7

Benítez B., G., M. Pulido S., y M. Equihua, Z. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C., Sistema de Investigación del Golfo de México. Comisión Nacional Forestal. Xalapa, Ver., México. 288 pp.

CEA Querétaro, 2007. www.cea.queretaro. Información Meteorológica. Red Estaciones CEA.

Centro Queretano de Recursos Naturales. 2003. El sistema del Agua en la región Querétaro de la Cuenca Lerma Chapala.

CONAFOR. 2004. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. Juisa, S.A. de C.V. Zapopan, Jal. México, 210 pp.

Cox, G.W. 1985. Laboratory Manual for General Ecology. 5a. Edición Dubuque, I.A. Wm. Brown

Domínguez, M. 2004. Tratamiento de laderas en la Unidad de Escurrimiento la Barreta, Querétaro. FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación) y SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca).

Fuller, H. J., Z. B. Carothers, W. W. Payne, M. K. Balbach. 1974. Botánica Cap. 16 Crecimiento de las Plantas. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F. 199 pp.

Gobierno del Municipio de Querétaro, 2003. Árboles y arbustos para el Municipio de Querétaro. Secretaria de Servicios Municipales y Secretaria de Desarrollo Urbano, Obras

Públicas y Ecología. México.

Guevara, E., A. (en prensa). Aspectos para el Manejo de Leguminosas arbustivas en el Bajío. Proyecto Fondo Sectorial Conafor-Conacyt 5134. Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Hernández, L. 1991. Manual para la valoración en campo de la vegetación y la diversidad florística como indicadores de servicios ambientales. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales Universidad Autónoma de Querétaro.

Hernández, L. y M. Martínez. 1995. Vegetación del Río Huimilpan-Pueblito in Diagnóstico integral del río El Pueblito, Corregidora, Querétaro. R. Martínez Coordinador. Universidad Autónoma de Querétaro.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

Jurado, E., J. F. García, J. Flores, E. Estrada. 2005. Leguminous seedling establishment in Tamaulipan thornscrub of northern Mexico. *Forest Ecology and Management*.

Licerio, P., L. B. 2007. Agrietamiento superficial en Vertisoles: Efecto de la aplicación de yeso y poliacrilamida. Tesis de Maestría en Ciencias en Hidráulica. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro.

Martínez, E. y L. Hernández. 2001. Diversidad de los bosques tropicales caducifolios, en la zona limítrofe de los Estados de Guanajuato y Querétaro. XV Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México, Universidad Autónoma de Querétaro, Qro.

Goytia, J. M.A., M. Fernández R., A. Reyes M., P. Nieto G. N. Cruz H. y V.A. González H. 1996. En Memorias del XVI Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. e Instituto de Recursos genéticos y productividad, Colegio de

Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. p. 163

Municipio de Querétaro, 2004. Programas operativos forestales del Municipio de Querétaro. Secretaria de Desarrollo Sustentable- Dirección de Ecología.

Niembro Rocas, A. 1986. *Árboles y arbustos útiles de México*. Limusa, México, D.F. 206 pp.

Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca de Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, 2004. Universidad Autónoma de Querétaro.

SEDESU, 1994. Plan de Acción para combatir la desertificación en México. Comisión Nacional de las Zonas áridas. Saltillo Coahuila. México.

Pineda-López, R. y L. Hernández. 2000. La Microcuenca Santa Catarina, estudios para su conservación y manejo. Cap. V. Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales. Querétaro, Qro. México. 147 pp

Pineda-López, R. M. A. Dominguez, L. Hernández, E. Ventura. 2005 Microcuencas y Desarrollo Sustentable, três casos en Querétaro. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Querétaro.

Quadri de la Torre, G. Contexto General de la Deforestación en México. Incendios forestales y deforestación en México: una perspectiva analítica.

<http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/deforestación/cap-4.htm>.

Ramírez-Contreras, A. y D.A. Rodríguez. 2004. Efecto de calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus Rugosa*. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, año/vol. 10 número 001. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México pp.5-11

Robbins W. W., E. Weier, C.R. Stocking. 1974. Botánica. Cap. 7 El tallo. Limusa. México. pp 83-116

Rodríguez, R. G. Hofmann, M. Espinosa. Distribución de biomasa y área foliar en árboles de *Pinus radiata* sometidos a manejo silvopastoral y convencional en la VI región Rev. Chil. hist. Nat. sep.2003, vol. 76 no.3 p.437-449.

Román, M., 2001. Evaluación de cinco especies Arbóreas Nativas como fuente de alimento para rumiantes en el trópico seco. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima. México. 226 pp.

Romahn, C., H. Ramírez, J.L. Treviño.1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Salisbury F. y R. Parke. 1968. Las plantas vasculares: Forma y función. Serie/Fundamentos de la Botánica. Universidad del Estado de Colorado. México. p.38-39.

Sanaphre, L. 2006. Evaluación de la erosión hídrica y propuesta de uso de vegetación para su control en la Microcuenca San Pedro (Huimilpan, Querétaro). Tesis de Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro.

Sánchez, A. García, R., Palma, A. 2003. La Cuenca Hidrográfica: Unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 47 pp.

Sarmiento O. Fausto 2001. Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, <http://www.ensayistas>

Terrones R., T. del R. L. C. González S. y S. A. Ríos R. 2004. Arbustivas nativas de uso

múltiple en Guanajuato. Libro Técnico No. 2 INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México. 216 pp.

Vázquez-Yánes C. y V. Cervantes. 1993. Reforestación con árboles nativos de México. *Ciencia y desarrollo* 19 (113):52-58.

Vázquez-Yánes C. 1995. Estrategias para la domesticación de especies leñosas nativas valiosas. Conferencia magistral, XIII Congreso Mexicano de Botánica, del 5 al 11 de noviembre. Cuernavaca Morelos, México.

Vázquez-Yánes, C. y A.I. Batis. 1996. La restauración de la vegetación, árboles exóticos vs. árboles nativos. *Ciencias* 43: 16-23.

Vázquez-Yánes C., A.I. Batis Muñoz, M.I. Alcocer Silva, M. Guadalupe Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y Arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. Consejo Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad-Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F. En: <http://.conabio.gob.mx/árboles/introd-J084.html>

Zamudio, S., J. Rzedowski, E. Carranza, G. Calderón. 1992. 1992. La vegetación de Querétaro. Consejo para la ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro- Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán.