



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN BOTÁNICA

## **Factores de sitio y estructura de *Litsea glaucescens* (Laurel) en un entorno ripícola/rupícola de una región árida**

MARA IRAIS FLORES GALLEGOS

TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

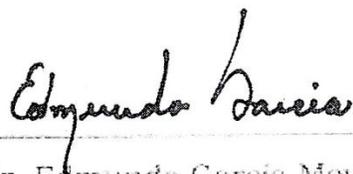
2014

La presente tesis titulada: Factores de sitio y estructura de *Litsea glaucescens* (Laurel) en un entorno ripícola/rupícola de una región árida, realizada por la alumna: Mara Irais Flores Gallegos bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



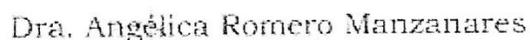
Dr. Edmundo García Moya

ASESOR

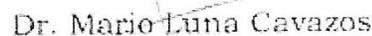


Dr. Martín Alfonso Mendoza Briseño

ASESOR



ASESOR



ASESOR



Montecillo, Texcoco, Estado de México, Junio de 2014

*A mis amigos...*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al CONACYT por otorgar becas de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados por ser una institución de excelencia en programas de postgrado.

Al Dr. Edmundo García Moya, por confiar en mí y en este proyecto.

Al Dr. Martín Mendoza Briseño, por sus reflexiones y acertados comentarios para llevar al cabo el presente.

A los Dres. Angélica Romero Manzanares y Mario Luna Cavazos, por la paciencia dedicada al planteamiento de los trabajos de investigación.

A la Dra. Heike Vibrans, por dedicar tiempo para enseñar y aconsejar sobre la escritura de trabajos científicos.

A mis padres y mi hermano por ayudarme a no darme por vencida.

A mis amigos, por compartir sus impresiones, creencias, experiencias, miedos y sueños; que me ayudaron a inspirarme para lograr un mejor trabajo: Mariana, Ana María, Adriana, Amilcar, José Luis, Juan, José María, Enock, Atya, Maca, Karina, Leo, Bety, Liz, Regina, Fá, Dora, Luis y Abel.

A los Señores: Miguel García Chávez, Manuel de Loera, Jesús Cardona Esparza, José Gutiérrez, Julio Díaz Torre Macías, Alberto Guerrero, Don Rodolfo, Juan Velazco, Juan Gallegos, Juan Manuel Gallegos, por su disponibilidad para abrir las puertas de sus predios y compartir su experiencia.

De la Comisión Nacional Forestal, al Ing. Marco Antonio Solís Pérez, Ing. Adolfo Rivas e Ing. Francisco por su apoyo y amistad.

De la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; a la M. en C. Denhi Salinas Ordaz, directora del Área de Protección de Recursos Naturales, por su apoyo e impulso a este proyecto; así como a la Biol. Ofelia Castillo Díaz, Biol. Frida y al Biol. Francisco Alejandro Salas Rodríguez.

Y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Aguascalientes, al Ing. Andrés Herrera, por todo su apoyo.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3. OBJETIVOS.....	4
4. HIPÓTESIS.....	5
5. LITERATURA CITADA.....	6
MARCO TEÓRICO.....	7
CAPITULO 1. <i>Litsea glaucescens</i> Kunth EN MÉXICO.....	7
1.1. EL GÉNERO <i>Litsea</i> EN MÉXICO.....	7
1.2. <i>Litsea glaucescens</i> Kunth.....	8
1.2.1. HISTORIA TAXONÓMICA.....	8
1.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	9
1.2.3. DISTRIBUCIÓN.....	11
1.2.4. HÁBITAT.....	12
1.2.5. POBLACIONES.....	13
1.2.6. COMUNIDADES.....	14
1.2.7. FENOLOGÍA.....	15
1.2.8. GERMOPLASMA.....	15
1.2.9. APROVECHAMIENTOS.....	16
1.2.10. PROPAGACIÓN Y REPRODUCCIÓN.....	19
1.2.11. CONSERVACIÓN.....	19
2. LITERATURA CITADA.....	21
CAPITULO 2. FACTORES DE SITIO DEL ECOSISTEMA SEMIARIDO.....	28
1. EL ECOSISTEMA RIPARIO.....	28
2. LA HDROLOGÍA DEL SISTEMA RIPARIO.....	28
3. LAS FORMAS DEL TERRENO RIPARIO.....	30
4. FACTORES DE SITIO.....	31
5. LOS FACTORES DE SITIO Y LA CATENA RIPARIA.....	32
5.1. ALTITUD.....	32

5.2.	PENDIENTE Y SU ORIENTACIÓN .....	32
5.3.	EL SUSTRATO .....	34
5.3.1.	MATERIA ORGÁNICA .....	34
5.3.2.	TEXTURA DEL SUELO .....	35
5.3.3.	pH.....	35
5.3.4.	CIC .....	36
5.3.5.	NUTRIENTES .....	37
5.3.5.1.	NITROGENO .....	37
5.3.5.2.	FÓSFORO .....	38
5.3.5.3.	POTASIO .....	38
5.3.5.4.	CALCIO Y MAGNESIO .....	39
6.	ESPELURA DEL DOSEL .....	39
7.	COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	40
8.	LA PERSISTENCIA DEL FLUJO DE AGUA Y ESPECIES INDICADORAS ..	41
9.	LITERATURA CITADA .....	43
CAPÍTULO 3. MÉTODO DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE DATOS.....		51
1.	FACTORES DE SITIO .....	51
1.1.	ÁREA DE ESTUDIO .....	51
1.2.	DISEÑO DE MUESTREO .....	55
1.2.1.	FACTORES ASOCIADOS AL RELIEVE.....	58
1.2.1.1.	ALTITUD .....	58
1.2.1.2.	PENDIENTE Y EXPOSICIÓN.....	58
1.2.1.3.	FORMA DEL TERRENO RIPARIO .....	59
1.2.2.	FACTORES EDÁFICOS .....	59
1.2.3.	COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	61
1.2.4.	ESPELURA DE DOSEL .....	62
1.3.	ANÁLISIS DE DATOS .....	63
1.3.1.	FACTORES ASOCIADOS AL RELIEVE.....	63
1.3.2.	FACTORES EDÁFICOS .....	65

1.3.3.	LA COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN .....	67
2.	ESTRUCTURA POBLACIONAL DE <i>Litsea glaucescens</i> Kunth.....	68
2.1.	ÁREA DE ESTUDIO .....	68
2.2.	OBTENCIÓN DE DATOS .....	68
2.2.1.	ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES DE <i>Litsea glaucescens</i> Kunth.	69
2.2.2.	ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE <i>Litsea glaucescens</i> Kunth	71
2.3.	ANÁLISIS DE DATOS .....	72
2.3.1.	ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES DE <i>Litsea glaucescens</i> Kunth	72
2.3.2.	ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD .....	73
3.	LITERATURA CITADA .....	76
RESULTADOS .....		81
CAPÍTULO 4. FACTORES DE SITIO .....		81
1.	FACTORES ASOCIADOS AL RELIEVE.....	81
2.	FACTORES EDÁFICOS .....	86
3.	LA COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN .....	95
CAPÍTULO 5. ESTRUCTURA DE EDADES DE <i>Litsea glaucescens</i> Kunth Y COMUNIDAD ASOCIADA.....		98
1.	ESTRUCTURA DE <i>Litsea glaucescens</i> Kunth .....	98
2.	COMUNIDAD ASOCIADA .....	104
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES .....		110
1.	DISCUSIÓN DE LOS FACTORES DE SITIO. ....	110
2.	DISCUSIÓN DE LA ESTRUCTURA DE EDADES.....	113
3.	DISCUSIÓN DE LA COMUNIDAD ASOCIADA .....	117
4.	CONCLUSIONES.....	118
5.	LITERATURA CITADA .....	120

ANEXOS.....122

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución global del género <i>Litsea</i> .....	8
Figura 2. Dioecia de <i>Litsea glaucescens</i> .....	10
Figura 3. Distribución de <i>Litsea glaucescens</i> Kunth en México .....	11
Figura 4. Descripción de la permanencia del flujo de agua .....	29
Figura 5. Sección transversal de un arroyo .....	31
Figura 6. Ubicación del área de estudio.....	51
Figura 7. Modelo de elevación digital para la "Barranca del Abuelo" .....	53
Figura 8. Tipos de suelo y vegetación y uso de la tierra en "La Barranca del Abuelo" .....	55
Figura 9. Ubicación de los arroyos muestreados dentro de la "Barranca del Abuelo" .....	56
Figura 10. Ubicación de los sitios de acuerdo con la curva de nivel y parcelas de muestreo .....	57
Figura 11. Esquema de muestreo por el método de Cuadrante Centrado en un Punto .....	58
Figura 12. Clasificación general de formas del terreno ripario/ripícola en el área de estudio. ....	59
Figura 13. Ubicación de la micro parcela de muestreo de la cubierta forestal dentro del sitio.....	60
Figura 14. Toma de datos y muestras .....	61
Figura 15. Densitómetro utilizado para medir la espesura de dosel. ....	62
Figura 16. Ubicación de las áreas naturales protegidas de competencia federal en el estado de Aguascalientes.....	68
Figura 17. Registros de laurel en el estado de Aguascalientes.....	69
Figura 18. Esquema de muestreo por el método de Cuadrante Centrado en un Punto .....	72
Figura 19. Análisis de Componentes Principales para las variables: porcentaje de luz, altitud, pendiente del terreno y exposición de la pendiente.....	81
Figura 20. Regresiones lineales con base en: porcentaje de luz interceptada, altitud, pendiente del terreno y exposición y su relación con la densidad de individuos de laurel.....	83
Figura 21. Gráfica de frecuencia relativa de individuos por clase de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto a la altitud. ....	83

Figura 22. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clase de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) respecto a la pendiente en grados .....	84
Figura 23. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clase de edad edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al porcentaje de luz interceptada.....	85
Figura 24. Frecuencia relativa de AB (m <sup>2</sup> /hectárea) y el número de individuos con respecto a la forma del terreno ripícola .....	85
Figura 25. Gráfica de Componentes Principales para las variables edáficas relacionadas con la presencia/ausencia de laurel.....	86
Figura 26. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al pH.....	89
Figura 27. Media de AB con respecto al pH .....	89
Figura 28. Frecuencia relativa de individuos de laurel categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto a la concentración de N .....	90
Figura 29. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al porcentaje de materia orgánica .....	91
Figura 30. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto a la CIC.....	91
Figura 31. Frecuencia relativa de individuos de laurel categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al K (ppm). .....	92
Figura 32. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad con respecto al Mg (ppm). .....	92
Figura 33. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al Ca (ppm). .....	93
Figura 34. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al P (ppm). .....	93
Figura 35. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al porcentaje de arenas.....	94
Figura 36. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al porcentaje de rocas del ambiente ripícola. ....	94

Figura 37. Resultado del análisis de correspondencia para valores de IVI por especie .....97

Figura 38. Gráfica de ajuste de individuos de laurel por categoría diamétrica .....98

Figura 39. Gráfica de ajuste de individuos de laurel por clase de altura.....99

Figura 40. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en la Barranca “La Culebra” (Sierra Laurel) ..... 100

Figura 41. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en otras barrancas muestreadas ..... 100

Figura 42. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en la Barranca “El Laurel” ..... 101

Figura 43. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en la Barranca “Torrecillas” ..... 101

Figura 44. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en la Barranca “Cueva Prieta” ..... 102

Figura 45. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad considerando todas las barrancas muestreadas..... 102

Figura 46. IVI para especies arbóreas y arbustivas en el lecho de la Barranca “El Laurel”, por el método censo en la parcela circular. .... 104

Figura 47. IVI para especies arbóreas y arbustivas en el lecho de la Barranca “Torrecillas”, método censo en la parcela circular. .... 105

Figura 48. IVI para las especies arbóreas y arbustivas en el lecho de la Barranca “Cueva Prieta”, método censo en la parcela circular. .... 106

Figura 49. IVI para las especies arbóreas y arbustivas en el lecho de la Barranca “El Laurel”, método cuadrante centrado en un punto. .... 107

Figura 50. IVI para las especies arbóreas y arbustivas en el lecho de la Barranca “Torrecillas”, método cuadrante centrado en un punto..... 108

Figura 51. IVI para las especies arbóreas y arbustivas en el lecho de la Barranca “Cueva Prieta”, método cuadrante centrado en un punto. .... 109

Figura 52. Esquemática ubicación de laurel por formas del terreno ripario..... 112

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Relación de sitios muestreados con clave asignada .....	63
Cuadro 2. Relación de métodos aplicados para el análisis de las muestras edáficas .65	
Cuadro 3. Jerarquización de individuos de laurel por categoría de edad .....	70
Cuadro 4. Valores de ponderación del análisis de Componentes Principales para las variables relativas al relieve .....	82
Cuadro 5. Valores de peso en cada componente de las variables edáficas .....	87
Cuadro 6. Valores de pendiente, intercepción de la línea, coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y valor de F .....	88
Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Pearson entre la media de AB y los factores edáficos .....	95
Cuadro 8. Valores de curtosis y coeficiente de asimetría para los afluentes muestreados .....	103
Cuadro 9. Valores de Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Frecuencia Relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la Barranca “El Laurel”, por el método CPC.....	104
Cuadro 10. Valores de Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Frecuencia Relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la barranca “Torrecillas”, método CPC. ....	105
Cuadro 11. Valores de Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Frecuencia Relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la barranca “Cueva Prieta”, por el método CPC.....	106
Cuadro 12. Valores de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de ña barranca “El Laurel”, método CCP. ....	107
Cuadro 13. Valores de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la barranca “Torrecillas”, método CCP. ....	108
Cuadro 14. Valores de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la barranca “Cueva Prieta”, método CCP. ....	109

**Factores de Sitio y Estructura de *Litsea glaucescens* (Laurel) en un  
Entorno Ripícola/Rupícola de una Región Árida**

**RESUMEN**

**Mara Iraís Flores Gallegos  
Colegio de Postgraduados, 2014**

*Litsea glaucescens* Kunth (laurel) es un árbol mesoamericano ampliamente distribuido y aprovechado, principalmente como condimento. Está registrado en la NOM-ECOL-059-2010 en la categoría P, en peligro de extinción, pero el conocimiento sobre el estado de sus poblaciones es escaso. Se estudiaron factores de sitio (relieve, suelo, vegetación asociada) y estructura de tamaños de poblaciones en el margen de su distribución natural, en barrancas de la Sierra Laurel y Sierra Fría de Aguascalientes, México, específicamente en la región denominada “Barranca del Abuelo. En la región, el laurel sólo se presenta en barrancas de arroyos efímeros; es especie riparia, rupícola y umbrófila. Se encontraron factores de sitio asociados a la presencia más que a la ausencia de laurel en el área de estudio. En las distribuciones por frecuencia se observa una asociación con altitudes mayores, el lecho de las barrancas, sombra y rocosidad; es decir, los sitios relativamente más húmedos en este paisaje árido. La asociación con factores de nutrientes edáficos o de vegetación fue exigua. La estructura de tamaños fue muy variable, pero en la mayoría de los casos con una clase juvenil grande y la presencia de individuos post-cosecha rebrotados. De manera global se infiere que las poblaciones persistirán aún bajo intensa cosecha del follaje.

**Palabras clave:** Factores de sitio, aprovechamiento, conservación, recurso forestal no maderable, especie amenazada

**Ecological Factors and Size Structure of *Litsea glaucescens* (Mexican Bay) in a Riparian/Rupicolous Ecosystem of an Arid Region**

**ABSTRACT**

**Mara Iraís Flores Gallegos**

**Colegio de Postgraduados, 2014**

*Litsea glaucescens* Kunth (Mexican Bay) is a Mesoamerican tree that is widely distributed and used, mainly for condiment. It is included in the NOM-ECOL-059-2010 in the category P, in danger of extinction, but the information on the status of its populations is scarce. We studied site factors (land form, soils and associated vegetation) and the size structure of populations at the limit of the species' natural distribution, in the canyons of the Sierra Laurel and the Sierra Fría in Aguascalientes, México, in a region named "Barranca del Abuelo". In this region the Mexican bay is found exclusively in canyons of ephemeral streams; it is riparian, rupicolous and shade-tolerant. We find site factors associated the most with the presence than with the absence of the tree in the study area. In the frequency distributions an association with higher altitudes, the canyon floor, shade and rockiness can be observed, that is, the relatively humid sites in this arid landscape. Association with the nutrient status of the soil or with the vegetation was tiny. The size structure was highly variable, but in most cases with a large juvenile class and post-harvesting individuals. Generally, we infer that the populations will persist with intense harvesting already.

**Key words:** Ecological factors, use, conservation, non-timber forest product, threatened species.

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La pérdida de biodiversidad es una fuerte preocupación que atañe a todos los sectores sociales. De acuerdo con el Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés), las principales preocupaciones sobre biodiversidad son: la destrucción y degradación de los hábitats, las especies invasoras, la sobreexplotación de las especies y el cambio climático (WWF, 2010).

La agricultura, el sobrepastoreo y la deforestación son las causas de pérdida y fragmentación del hábitat; el cambio climático y la expansión de las especies invasoras son también amenazas para la biodiversidad (WWF, 2010). Por lo que en los últimos años ha crecido la preocupación por la presencia de sequías en la región norte de nuestro país, lo cual repercute en la sobrevivencia de muchas plantas, sobre todo de aquellas cuyo hábitat tendrá que regresar a los limitados espacios compatibles con el régimen de perturbación.

Los ecosistemas secos alrededor del mundo están experimentando los mayores impactos ambientales de las sequías extremas, la sobreexplotación de los recursos y la desertificación (Ayyad, 2003). Los ambientes ripícolas, llamados así al conjunto de seres vivos y sus factores ambientales que habitan la ribera de ríos o arroyos, son particularmente vulnerables (Tockner y Stanford, 2002). Y por tanto, los recursos útiles en estos ecosistemas estarán crecientemente empujados a la domesticación.

En la región semiárida del estado de Aguascalientes, habita una especie de laurel (*Litsea glaucescens* Kunth) en las barrancas de las áreas denominadas “Sierra Fría” y “Sierra Laurel”. Es una especie de afinidad templada (Loera, 2002) que se ha encontrado comúnmente en el sotobosque del bosque

húmedo de montaña, aunque que se ha registrado en 23 estados de la república mexicana en diferentes ecosistemas.

Los principales aprovechamientos de esta especie son: especia, medicinal y parte de rituales religiosos. El laurel, como muchas otras especies de importancia económica, social y cultural para la población mexicana, se encuentra enlistada en la NOM-ECOL-059-2010, en la categoría P. El hecho de que se encuentre protegida oficialmente ha dado origen a diversos planteamientos para su conservación en varios estados.

En el estado de Aguascalientes se han llevado a cabo iniciativas para la reproducción y propagación de laurel con fines comerciales, para disminuir la presión de la recolecta sobre las poblaciones naturales. Asimismo, se han propuesto proyectos para el repoblamiento en las áreas de distribución histórica de esta especie, con la finalidad de recuperar sus poblaciones.

Este proceso se ha visto limitado por la falta de información sobre las condiciones ecológicas que determinan a sobrevivencia de *L. glaucescens* en el medio natural. Además, se carece de elementos diagnósticos suficientes sobre el estado actual de sus poblaciones que sustenten la posible tendencia de riesgo en relación a su persistencia.

Por ejemplo, en el estado de Aguascalientes las iniciativas para la conservación de laurel han incluido la integración de brigadas de vigilancia comunitaria. En ellas han participado instituciones de los sectores federal (Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional Forestal, Procuraduría Federal del Ambiente), estatal, (Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes y Procuraduría Estatal del Estado de Aguascalientes) y municipal (Presidencias municipales de Calvillo, Jesús María y San José de Gracia).

Con este trabajo se espera aportar al conocimiento de las condiciones ecológicas que concuerdan con la presencia de *L. glaucescens* en la región. Se analiza la estructura poblacional de laurel y se caracterizan algunos factores ecológicos, tales como: relieve, suelo y composición botánica de su hábitat. Servirá como información de apoyo a estrategias locales de gestión de los espacios que contienen poblaciones naturales de laurel.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La información documental sobre *L. glaucescens* en México es dispersa. En Aguascalientes, donde la recolección de la especie históricamente ha tenido importancia, existen varias investigaciones y proyectos para su conservación en esta entidad. Se requiere compilar la información documental existente a la fecha para analizar su situación ecológica, así como obtener mayor información sobre su hábitat. De este modo, es posible orientar mejor las estrategias de conservación.

Este trabajo pretende analizar la relación entre los factores de sitio que influyen en la presencia/ausencia y estructura de *Litsea glaucescens* Kunth, en un ecosistema ripícola de clima templado seco. Adicionalmente, se buscarán indicios de un cambio en el tamaño de las poblaciones.

## **3. OBJETIVOS**

- Analizar la relación entre los factores de sitio asociados a la presencia/ausencia y estructura de *Litsea glaucescens* Kunth, en un ecosistema ripícola de clima templado seco.
- Hacer un diagnóstico demográfico de la especie
- Hacer un diagnóstico sinecológico de la catena riparia en la porción basal.

#### **4. HIPÓTESIS**

**H<sub>1</sub>** = La presencia/ausencia de laurel en la región montañosa del Estado de Aguascalientes está limitada por factores de sitio.

**H<sub>2</sub>** = No se presentan todas las categorías de edad de laurel en el área de estudio.

## 5. LITERATURA CITADA

Ayyad, M.A. 2003. Case studies in the conservation of biodiversity: degradation and treats. *Journal of Arid Environments* 54:165-182.

Loera Hernández, F.G. 2002. La familia Lauraceae en el sur de México: diversidad, distribución y estado de conservación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71:59-70.

Tockner, K., Stanford, J.A. 2002. Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation* 29(3):308-330.

World Wild Found. 2010. Propuesta de SEO/BirdLife y WWF para el desarrollo de un plan para luchar contra la pérdida de biodiversidad en España y en el planeta. Disponible on line: [http://awsassets.wwf.es/downloads/folleto\\_bio\\_verde.pdf](http://awsassets.wwf.es/downloads/folleto_bio_verde.pdf)

## MARCO TEÓRICO

### CAPITULO 1. *Litsea glaucescens* Kunth EN MÉXICO

#### 1.1. EL GÉNERO *Litsea* EN MÉXICO

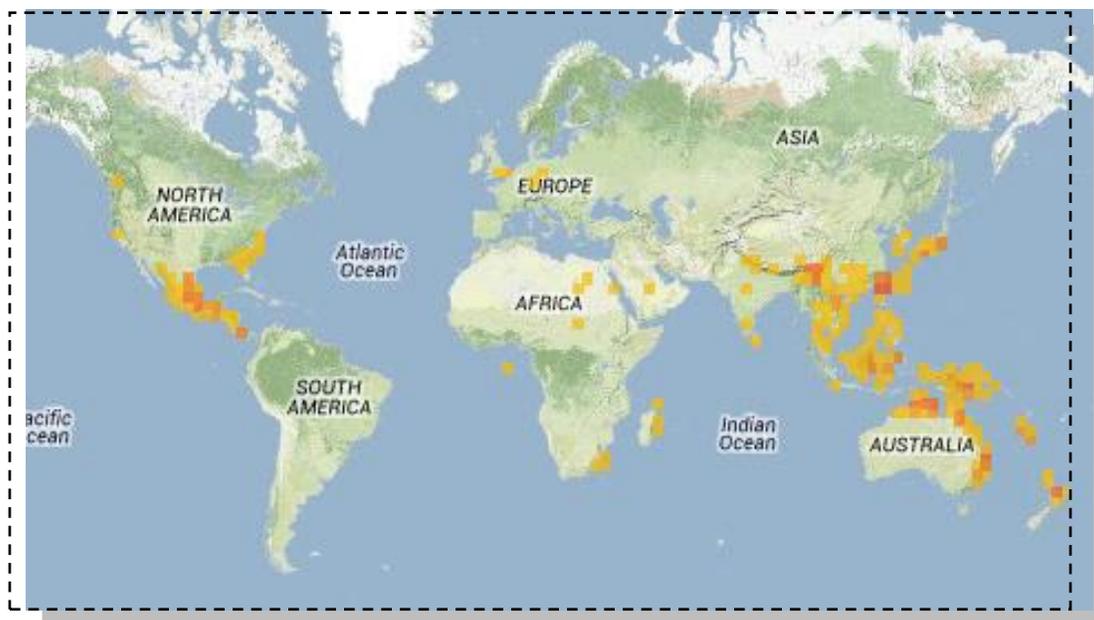
La familia Lauraceae agrupa entre 2,500 y 3,000 especies en aproximadamente 50 géneros, distribuidas, principalmente, en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Se conocen 10 géneros y 73 especies para el país (Loera, 2002). La distribución global del género *Litsea* abarca el continente americano, asiático, oceánico, europeo y africano (Figura 1).

Las especies americanas de *Litsea* son pequeños árboles o arbustos. Los individuos más altos son de 8 a 10 metros; es más común una altura de entre 2 a 4 m. Se ha observado que las plantas individuales tienen la capacidad de brotar de los tocones permitiéndoles sobrevivir a la cosecha o intenso ramoneo. Es evidente que las plantas de algunas poblaciones mantienen un porte pequeño debido a la poda frecuente (Allen, 1945).

El género es complejo taxonómicamente. A lo largo de la historia, el número de especies reconocidas ha variado considerablemente (Allen, 1945). Actualmente, se reconocen como válidas ocho especies del género *Litsea* para el continente americano, siete de ellas nativas de México: *Litsea glaucescens* Kunth, *L. guatemalensis* Mez, *L. muelleri* Rehder, *L. neesiana* (S. Schauer) Hemsl., *L. parvifolia* (Hemsl.) Mez, *L. pringlei* Bartlett y *L. schaffneri* Bartlett (Jiménez-Pérez, 2011).

Burger y van der Werff (1990) consideran a *L. guatemalensis* como sinónimo de *L. glaucescens*, mientras que Jiménez-Pérez y Lorea-Hernández (2009) diferencian a estas dos especies por la presencia de tricomas largos y rectos en

la parte baja de las hojas de *L. guatemalensis*. Del mismo modo, Davidse *et al.* (2014) consideran a *L. neesiana* como sinónimo de *L. glaucescens*, mientras que Jiménez-Pérez y Lorea-Hernández (2009) diferencian a estas dos especies por la presencia de tricomas largos y rizados en la superficie baja de la hoja en *L. neesiana*.



**Figura 1. Distribución global del género *Litsea* (Fuente: GBIF, 2013).**

## **1.2. *Litsea glaucescens* Kunth**

### **1.2.1. HISTORIA TAXONÓMICA**

Para Allen (1945) *L. glaucescens* incluía una variedad de especies con amplia distribución, por lo que para ella *L. pringlei* Bartlett debe llamarse como *L. glaucescens*.

Las bases de datos electrónicas del Jardín Botánico de Missouri, disponibles en línea (w3Tropicos, 2012), enumeran las siguientes variedades para *Litsea glaucescens* en México:

- *L. glaucescens* var. *flavescens* (Bartlett) C.K. Allen,
- *L. glaucescens* var. *major* (Meisn.) Hemsl.,
- *L. glaucescens* var. *racemosa* (Meisn.) Hemsl.,
- *L. glaucescens* var. *schaffneri* (Bartlett) C.K. Allen,
- *L. glaucescens* var. *subcorymbosa* (Meisn.) Hemsl., y
- *L. glaucescens* var. *subsolitaria* (Meisn.) Hemsl.

Mientras que, para The Plant List (2013) todas las variedades mencionadas con anterioridad se consideran sinónimos de *L. glaucescens*. Estudios recientes de Jiménez-Pérez y Loera-Hernández (2009) sobre la taxonomía de las especies americanas de *Litsea*, reconocieron a ocho especies en el nuevo mundo, estos autores incluyen una clave de identificación basada en la morfología.

### **1.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

*Litsea glaucescens* es un árbol o arbusto perenne, dioico, con ramas jóvenes rollisas, con ramillas lisas, oscuras, de corteza café o glauca, glabras o levemente pubescentes generalmente de 1 a 12 m de alto. Las yemas son terminales glabras o rara vez pubescentes; hojas alternas, peciolo de (2)4 a 8(12) mm de largo, glabros o rara vez pubescentes, lámina lanceolada, angosta a ampliamente ovada o (angostamente) elíptica, de (1.5)3.5 a 7(9.5) cm de largo, por (0.6)1.5 a 3(4) cm de ancho (Van der Werff y Lorea, 2007).

Las hojas son café rojizas o aceitunadas, con peciolo delgado, canaliculado de 5-20 mm de longitud (Allen, 1945). Tiene hojas elípticas con base aguda o atenuada, la lámina es completamente glabra y las células epidérmicas de las paredes anticlinales son lobadas. Es una especie dioica. Las inflorescencias (masculinas y femeninas) axilares (Figura 2), de 0.9 a 1.5 cm de largo, solitarias o agrupadas a lo largo de cortos brotes áfilos, umbeladas y cubiertas en la juventud por

dos pares de brácteas decusadas, con brácteas deciduas adicionales entre las flores, pedicelo floral de (0.5)1 a 1.5(2.8) mm de largo, pubescente (Loera, 2002).

Las flores masculinas de 2.5 a 3 mm de largo, subcampanuladas, amarillentas, tépalos 6 u 8, elípticos a más o menos obovados, aproximadamente iguales, de 2.6 a 3.6 mm de largo, por 1.4 a 2.2 mm de ancho, glabros abaxialmente, los exteriores en ocasiones esparcidamente pubescentes en su parte central, por lo común esparcidamente pubescentes en su parte central adaxialmente (Van der Werff y Lorea, 2007).



**Figura 2. Dioecia de *Litsea glaucescens* (A. floración androica, B. floración ginoica)**

### 1.2.3. DISTRIBUCIÓN

*Litsea glaucescens* es una especie de amplia distribución en México (Figura 3). Se encuentra en: Chiapas (Arellanes *et al.* 2013), Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca (Lipp, 1971), Puebla, Querétaro, Tamaulipas, Veracruz (Luna, 2003), Aguascalientes (CONABIO, 2008), Chihuahua (Bye, 1986), Zacatecas, Guanajuato, Distrito Federal, Michoacán, San Luis Potosí, Nuevo León (Estrada *et al.* 2007), Sonora (Instituto de Ecología, A.C. - Bajío, 2008; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa, 2008) y Quintana Roo (Tapia-Torres, 2011).



**Figura 3. Distribución de *Litsea glaucescens* Kunth en México (Elaboración personal con datos de: COLPOS, 1990; Arreguín, 1996; Barrios, 1996; IPN, 2000; Villaseñor, 2003; Centro de Investigación Científica de Yucatán, 2003; Universidad de Arizona, 2003; Universidad de Texas, 2005; Instituto de Ecología, A.C. - Bajío, 2008; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa, 2008; Villaseñor, 2010)**

También es posible encontrarla en Centroamérica (Luna *et al.* 2006), ya que existen registros en países como Guatemala (Tucker *et al.* 1992; Islebe *et al.* 1994; Cruz-Velázquez, 2012), El Salvador, Honduras (FUB, 2009), Nicaragua (Taylor, 1963) y Costa Rica (w3TROPICOS, 2012).

#### 1.2.4. HÁBITAT

*Litsea glaucescens* se encuentra en ambientes tanto tropicales como templados (Loera, 2002) puede prosperar tanto en sitios húmedos y escarpados propios del bosque húmedo de montaña, como en áreas menos húmedas y más expuestas, propias de los bosques de pino o matorral. Es una especie con amplia distribución y, por lo mismo, se encuentra en hábitats muy variados e incluso, en ocasiones se ve favorecida condiciones de bosque de baja espesura (Luna, 2003).

El laurel ha sido descrito en sitios cercanos a arroyos o cañadas, laderas de cerros o cercano a rocas, con exposiciones al norte, noroeste y al sur, en suelos negros o pardos, profundos, derivados de materiales parentales sedimentarios o basálticos. Esta especie se ha documentado en bosques tanto conservados como con perturbación de media a severa con claros adyacentes, incluido parcelas de cultivo abandonados (Querétaro) o entre los cafetales (Veracruz) (IPN, 2000; Universidad de Texas, 2005; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa, 2008; Instituto de Ecología, A.C. - Bajío, 2008).

En Aguascalientes, el laurel es un elemento del sotobosque en los bosques de encino, con dominancia de: *Quercus rugosa* Née, *Quercus eduardii* Trel y *Prunus salicifolia* Kunth (capulín). La distribución de *Litsea glaucescens* está asociada a las cañadas donde la forma del terreno y la altitud determinan las condiciones de hábitat (Dávila-Figueroa, 2011).

El pH de los suelos donde crece laurel en el estado de Aguascalientes varía de 5.7 a 7, la materia orgánica oscila entre 5.8 a 11.6, la concentración de nitrógeno (mg/kg) varía de 15.1 a 57.9, el fósforo fluctúa entre 8.6 a 30.4, el potasio oscila entre 313.9 a 840 (Dávila-Figueroa, 2011).

### 1.2.5. POBLACIONES

En algunos lugares de nuestro país se menciona como una especie muy abundante (IPN, 2000; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa, 2008; Instituto de Ecología, A.C. - Bajío, 2008), mientras que en otros es escasa en su medio natural (RED Biodiversidad). También se ha documentado que en algunos lugares los individuos están muy ramificados desde la base (IPN, 2000; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa, 2008; Instituto de Ecología, A.C. - Bajío, 2008;), mientras que en otros tienen porte arbóreo hasta de 10 metros de altura (observación personal; IPN, 2000).

Se menciona un predominio de individuos masculinos en razón de tres o cuatro plantas masculinas por cada femenina para el estado de Aguascalientes. En esta misma entidad, se menciona que en algunas barrancas predominan los individuos de porte bajo, mientras que en otras, están representadas todas las categorías. También menciona que al parecer los individuos están ganando edad ontológica, pero no altura (Dávila-Figueroa, 2011).

Se ha documentado que los recolectores locales perciben una merma en las poblaciones de laurel en los últimos 30 años (Montañez-Armenta *et al.* 2011). Al igual que otras especies de la familia Lauraceae, en algunas regiones *L. glaucescens* muestra una estrecha relación con el género *Quercus* (Dávila-Figueroa, 2011).

### 1.2.6. COMUNIDADES

Dada la amplia distribución del laurel en México, se ha documentado en ecosistemas de selva baja caducifolia, bosque de *Abies*, bosque húmedo de montaña, bosque de pino y bosque de encino.

Los géneros *Lysiloma*, *Bursera*, *Cochlospermum*, *Jatropha*, *Tabebuia*, *Bombax*, *Ceiba*, *Pithecellobium*, y *Guazuma* sobresalen asociados con *Litsea glaucescens* en selva baja caducifolia. Los géneros *Abies*, *Salix*, *Alnus*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Arbutus*, *Heuchera* y especies como *Symphoricarpos* Duhamel, *Garrya* Douglas ex Lindl., *Arctostaphylos* Adans., *Lonicera* L., *Penstemon* Schmidel, *Cirsium* Mill., *Delphinium* L., *Arceuthobium* M. Bieb. y *Abies guatemalensis* Rehder, están asociados a esta especie en bosques de *Abies* (Luna, 2003; IPN, 2000; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa, 2008; Instituto de Ecología, A.C. - Bajío, 2008).

En bosque húmedo de montaña se encuentra en asociación con los géneros *Quercus*, *Clethra*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Alnus*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Cornus* y *Cupressus*. Asimismo, es posible encontrarlo en bosque de pino, en asociación con géneros como *Pinus*, *Abies* y *Pseudotsuga* (IPN, 2000; Luna, 2003; Herbario IEB Instituto de Ecología, A.C. - Bajío, 2008;)

En bosque de encino, se encuentra en asociación con *Quercus eugeniifolia* Liebm., *Quercus affinis* Scheidw., *Quercus sartorii* Liebm., *Quercus xalapensis* Bonpl. y *Quercus crassipes* Bonpl. (Luna, 2003), *Quercus sideroxylla* Bonpl., *Q crassifolia* Benth., *Carya ovata* (Mill.) K. Koch, *Carpinus caroliniana* Walter, *Cornus florida* L., *Dirca mexicana* G.L. Nesom & Mayfield, *Prunus serotina* Ehrh. (IPN, 2000; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa, 2008; Instituto de Ecología, A.C. - Bajío, 2008).

### **1.2.7. FENOLOGÍA**

El laurel es una especie perennifolia. Su floración es dilatada. En el estado de Aguascalientes, la floración inicia con los botones que se comienzan a formar en septiembre-octubre, la antesis de las flores ocurre entre marzo y abril, para fructificar durante agosto-septiembre, por lo que dicho proceso prácticamente dura un año (observación personal).

En otros estados se ha encontrado básicamente el mismo tipo de ciclo, con ligeras variaciones. En Guanajuato, Guerrero y Querétaro, la maduración de los frutos ocurre en los meses de junio y julio y la antesis en los meses de enero y febrero (IPN, 2000). De manera general, en México se menciona la época de floración de febrero a mayo y maduración de frutos de agosto a septiembre (Luna *et al.* 2002)

### **1.2.8. GERMOPLASMA**

Se han llevado al cabo monitoreo y colecta de frutos con fines de conservación para repoblamiento en el estado de Aguascalientes. Estas actividades han sido fomentadas por instituciones federales y se ha observado que en ambientes secos la maduración ocurre en los meses de agosto-septiembre, en algunas poblaciones, se prolonga hasta octubre (observación personal).

En ambientes secos se colectan los frutos en los meses de agosto-octubre, dependiendo del clima, ya que en algunos casos, la fructificación se prolonga hasta octubre. Generalmente, el periodo de colecta es prácticamente de un mes, aproximadamente del 15 de agosto al 15 de septiembre. Es muy poco probable encontrar frutos maduros después de esta fecha, ya que forman parte de la dieta de la fauna silvestre (observación personal).

A mayor altitud, los frutos (semillas) tienen mayor tamaño (Dávila-Figueroa, 2011). Para la recolecta, los frutos maduros (con coloración vino) se desprenden de la rama en forma manual; esta técnica de recolección limita la colecta de frutos de la parte superior del dosel. Pero, dejar los frutos restantes en el árbol facilita la continuidad de los procesos naturales de dispersión, germinación y establecimiento de la especie. Después de la colecta de los frutos, éstos se despulpan manualmente y se dejan secar a la sombra por un día. Se estima un promedio de 6,536 semillas por kilogramo.

Para la conservación *ex situ* del germoplasma, se han observado buenos resultados en almacenamiento a 4 °C en recipiente cerrado dentro de una cámara de refrigeración. Se han realizado pruebas empíricas de germinación obteniendo resultados favorables en 40 días. Se ha observado que la estratificación a 4° C y el rompimiento de latencia por escarificación de la testa, puede disminuir el tiempo de germinación en hasta tres semanas (observación personal).

### **1.2.9. APROVECHAMIENTOS**

Los aprovechamientos documentados para *Litsea glaucescens* son diversos (Estrada *et al.* 2007). El principal uso de esta especie es como condimento (Martínez, 1969) en sustitución de *Laurus nobilis*. En la ciudad de Xalapa, se ha documentado su uso como ornamental (Estrada *et al.* 2007; Jiménez-Pérez, 2011).

La información documental indica que la población mexicana usa cinco de las siete especies de *Litsea* con propósitos culinarios y medicinales. *L. glaucescens* es la más demandada como especia y es vendida en mercados urbanos y rurales (Jiménez-Pérez, 2011).

En Tezoantla, estado de Hidalgo y Sierra Laurel, estado de Aguascalientes se ha registrado el aprovechamiento de laurel para conservar y celebrar la ceremonia religiosa del domingo de Ramos. De manera personal se ha observado la misma costumbre en estados como Oaxaca, Puebla y Estado de México. Se fabrican ramos que emulan las palmas para dar la bienvenida a Jesús cuando entró a Jerusalén. Se ha llevado al cabo continuamente desde hace más de 100 años (López Gutiérrez *et al.* 2010; Montañez-Armenta *et al.* 2011).

En los estados de Oaxaca, Hidalgo, Puebla y el centro de México, es común su utilización para tratar problemas ginecológicos por medio de baños para acelerar el parto y la recuperación posparto (Jiménez-Pérez, 2011). Los otomíes extraen el “gui” (aire) atrapado en la matriz durante el parto, mediante el uso del laurel en los baños de temazcal. Con esto se desaloja el frío y se fomenta la producción de leche (Berlín, 1990). Se menciona a esta especie para tratar la dismenorrea y la infertilidad (Browner, 1991).

También se usan las hojas en infusión para tratar cólicos o para hacer enjuagues bucales contra las infecciones en la garganta (Martínez, 1969; Ugent, 2000). En el centro del país, *L. glaucescens* es comúnmente usada para aminorar los desórdenes nerviosos, como epilepsia, susto y depresión (Guzmán-Gutiérrez *et al.* 2012).

También usan esta especie para tratar el empacho (el cual es un malestar estomacal, comúnmente asociado a los niños, derivado de la ingesta de alimentos muy condimentados, grasos o de difícil digestión; en la medicina tradicional se dice que el alimento se pega en el estómago ocasionando diarrea, vómito, falta de apetito y dolor de cabeza) (Berlín, 1990).

En cuanto a las implicaciones etnomédicas, *L. guatemaltensis* ha sido la más citada para tratar fiebre, escalofríos, enfermedades infecciosas del sistema digestivo y artritis, seguida por *L. glaucescens*, *L. neesiana* y *L. parvifolia* (Jiménez-Pérez, 2011).

El aceite esencial de laurel se ha evaluado por sus efectos antidepresivos y sedantes lo cual sustenta el uso de esta especie en la medicina tradicional mexicana para el tratamiento de la depresión (Guzmán-Gutiérrez *et al.* 2012). También se ha documentado la presencia de lignanos y taninos en las hojas de laurel y en la madera, lo cual ofrece una fuente natural de antioxidantes sugiriendo así la potencialidad de uso terapéutico (Tapia-Torres, 2011).

Los compuestos más sobresalientes del aceite esencial de laurel son: 1,8-cineole (36.9 – 55.8 %), Terpinen-4-ol (5.7 - 10.55 %),  $\alpha$ -pineno (9.52 %),  $\beta$  – pineno (7.33), linalool (5.01-12.1) y  $\gamma$ -terpineno (5.14 %) (Jiménez-Pérez, 2011; Cruz-Velásquez, 2012). En el xilema secundario presenta taninos, los cuales le proporcionan un sistema de defensa ante el ataque de microorganismos como bacterias y virus y macroorganismos como insectos y hongos (Tapia-Torres, 2011).

En respuesta a la demanda de alimentos mínimamente procesados y conservados por medios naturales, se ha evaluado el uso de aceites esenciales de *Litsea glaucescens* obtenidos por hidrodestilación convencional y extractos vegetales extraídos por solvente hidroalcohólico, como inhibidores microbianos en el queso. Los resultados han sido positivos sobre tres bacterias patógenas indicadores de calidad en alimentos, *Staphylococcus aureus* Strain, *Escherichia coli* Migula 1895 y *Salmonella typhi* Le Minor & Popoff 1987 (Enríquez-Araujo, 2010).

En algunas regiones el laurel es una de las especies que es considerada con mayor valor de uso, es decir, que es un recurso altamente valorado para satisfacer una necesidad (Fuentes-Cervantes, 2013).

#### **1.2.10. PROPAGACIÓN Y REPRODUCCIÓN**

En el estado de Aguascalientes, existen evidencias de su propagación y reproducción en viveros artesanales con resultados favorables a pequeña escala. Aunque el impacto de la producción no ha sido el esperado debido a la falta de conocimiento ecológico de la especie que denote un manejo en el establecimiento de la misma en el medio natural. Además, la gestión de este tipo de actividades se ha visto mermada por la alta cantidad de trámites que conlleva el que esta especie se encuentre enlistada en la NOM-ECOL-059-2010 (observación personal).

En las pruebas de germinación empíricas que se han llevado a cabo, se ha encontrado un porcentaje de germinación entre el 50 y el 70 %. El método de escarificación de testa ha sido el más eficaz, aunque implica mayor esfuerzo por el tamaño de la semilla (observación personal).

#### **1.2.11. CONSERVACIÓN**

Pese a la evidencia de amplísima distribución, gran plasticidad, presencia en distintos tipos de cobertura natural, y capacidad de sobrevivir en condiciones de alta perturbación, esta especie se ha enlistado desde el año 2001 en la NOM-ECOL-059-2010 con la categoría P (en peligro de extinción). Por tal motivo su aprovechamiento, reproducción o propagación por parte de los dueños y usuarios del recurso se ha catalogado como ilegal.

Los mayores riesgos conferidos al laurel en nuestro país apuntalan a la destrucción de su hábitat debido al cambio de uso de la tierra con fines agrícolas, al aprovechamiento forestal y al consumo por el ganado; además de ser usada con propósitos comerciales. Asimismo, se ha señalado sobre la falta de un programa de gestión y conservación para esta especie (Luna *et al.* 2002).

En la región Tehuacan-Cuicatlán, es considerada junto con *Lippia graveolens* Kunth, *Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f., *Peperomia peltimba* C. DC., y *Dasylirion serratifolium* (Karw. ex Schult. f.) Zucc., como especie con riesgo alto. Lo anterior debido a que la comercialización de las plantas silvestres por los recolectores en los mercados, plazas o en otros lugares donde ocurre este proceso, conlleva procedimientos de recolecta que no acatan acciones de conservación (Arellanes *et al.* 2013).

## 2. LITERATURA CITADA

Allen, C.K. 1945. Studies in the Lauraceae VI. Preliminary survey of the Mexican and Central American species. *The Arnold Arboretum* 26: 280-434.

Arellanes, Y., Casas, A., Arellanes, A., Vega, E., Blancas, J., Vallejo, M., Torres, I., Rangel-Landa, S., Moreno, A., Solís, L., and Pérez-Negrón, E. 2013. Influence of traditional markets on plant management in the Tehuacan Valley. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9:1-38.

Arreguín, M.L. 1996. Ejemplares tipo de plantas vasculares del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Herbario ENCB, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Base de datos REMIB-CONABIO. México, D.F. México.

Barrios, R.M.A. 1996. Estudio Florístico de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. Herbario ENCB, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Base de datos REMIB-CONABIO. México, D.F. México.

Berlín, B.. 1998. Drug discovery and biodiversity among the maya of Mexico. *International Collaborative Biodiversity Group (ICBG-Maya)*. 269 p.

Browner, C.H. 1991. Gender politics in the distribution of therapeutic herbal knowledge. *Medical anthropology quarterly* 5(2):99-132.

Burger, W.C. & van der Werff, H. H. 1990. Family 80. Lauraceae. In: W. C. Burger (ed.), *Flora Costaricensis*. Fieldiana, Bot., n.s. 23: 1-129.

Bye, J. R. A. 1986. Medicinal plants of the Sierra Madre: Comparative study of Tarahumara and Mexican Market Plants. *Economic Botany* 40 (1):103-124.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). 2008. La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. Aguascalientes, Ags. México. 389 p.

Cruz-Velázquez, S.M. 2012. Evaluación biológica y fisicoquímica de extractos de hojas del complejo laurel (*Litsea glaucescens* Kunth y *L. guatemalensis* Mez). Informe de avance para la obtención del grado de Doctor en Ciencias para el Desarrollo. Guatemala, Guatemala.

Dávila-Figueroa, C.A. 2011. Estatus poblacional y niveles de aprovechamiento del laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) en Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2(4):47-60.

Davidse, G., Sousa-Sánchez, M., Knapp, S. y Chiang-Cabrera, F. 2014. Cycadaceae a Connaraceae. 2(1): ined. In G. Davidse, M. Sousa Sánchez, S. Knapp & F. Chiang Cabrera (eds.) Fl. Mesoamer. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Enriquez-Araujo A.C. 2010. Estudio de la actividad antimicrobiana del aceite esencial y extractos vegetales evaluados en quesillo. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Oaxaca, México.

Estrada, E., Villareal, J. A., Cantú, C., Cabral, I., Scott L. and Yen, C. 2007. Ethnobotany in the Cumbres de Monterrey National Park, Nuevo León, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3:8.

Freie Universität Berlin. 2009. Listado de árboles de El Salvador. Árboles nativos e introducidos de El Salvador. Parte 1. Angiospermae – Familias A a L. *Englera* 29:17-225.

Fuentes-Cervantes, M.A. 2013. Plantas medicinales de Omitlán, Hidalgo, México. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas* 2:129-132.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2013. Maps of specimen collection locations for *Litsea*. Disponible on line: <http://data.gbif.org/species/6>.

Guzmán-Gutiérrez, S.L., Gómez-Casino, R., García-Zebadúa, J.C., Jiménez-Pérez, N.C., Reyes-Chilpa, R. 2012. Antidepressant activity of *Litsea glaucescens* essential oil: Identification of  $\beta$ -pinene and linalool as active principles. *Journal of Ethnopharmacology* 143(2): 673-679

Herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. 1990. Herbario CHAP. Plantas de México: Noroeste de Durango. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de México. México.

Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 2000. Herbario ENCB. Base de datos REMIB-CONABIO. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. México.

Universidad de Arizona. 2003. Herbario ARIZ. Base de datos REMIB-CONABIO. University of Arizona. Tucson, Arizona, E.U.A.

Universidad de Texas. 2005. Herbarios LL y TEX. Base de datos REMIB-CONABIO. Universidad de Texas, Escuela de Ciencias Biológicas. Austin, Texas. E.U.A.

Villaseñor, Centro de Investigación Científica de Yucatán, México. 2003. Herbario CICY. Base de datos REMIB-CONABIO. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán. México.

Instituto de Ecología, A. C. - Centro Regional del Bajío (IEB). 2008. Herbario IEB. Base de datos de REMIB-CONABIO. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa (IE-XAL). 2008. Herbario XAL del Instituto de Ecología. Base de datos de REMIB-CONABIO. Xalapa, Veracruz, México.

Islebe G.A., Cleef, A.M. y Velasquez, A. 1994. Especies leñosas de la Sierra de los Cuchumatanes y de la Cadena Volcánica, Guatemala. *Acta Botánica Mexicana* 29:83-92.

Jiménez-Pérez, N. C. 2011. Essential Oils in Mexican Bays (*Litsea* spp., Lauraceae): taxonomic assortment and ethnobotanical implications. *Economic Botany* 65 (2):178-189.

Jiménez-Pérez, N.C. y Lorea-Hernández, F.G. 2009. Identity and delimitation of the American species of *Litsea* Lam. (Lauraceae): a morphological approach. *Pl. Syst. Evol* 283:19-32.

Lipp, F.J. 1971. Ethnobotany of the Chinantec Indians, Oaxaca, México. *Economic Botany* 25(3):234-244

Loera Hernández, F.G. 2002. La familia Lauraceae en el Sur de México: Diversidad, Distribución y Estado de Conservación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71:59-70.

López Gutiérrez, B.N., Pérez-Escandón, B.E, Villavicencio Nieto M.A. 2010. Los Laureleros de Nopaltepec, estado de México y el uso de *Litsea glaucescens* H.B.K. (Lauraceae) de Tezoantla, estado de Hidalgo, México.

Luna, V. M., I. 2003. *Litsea glaucescens*. Taxones del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre Oriental incluidos en la norma oficial mexicana. Herbario FCME, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W025. México. D.F.

Luna, V.I, Alcántara, A.O, Contreras-Medina, R., and Ponce, V.A. 2006. Biogeography, current knowledge and conservation of threatened vascular plants characteristic of Mexican temperate forest. *Biodiversity and Conservation* 15:3773-3799.

Martínez, M. 1969. Las Plantas medicinales de México. 5th ed. México.

Montañez-Armenta, Ma. de la P., Valtierra-Pacheco, E., Medina-Torres, S.M., 2011. Aprovechamiento tradicional de una especie protegida (*Litsea glaucescens* Kunth) en Sierra Laurel, Aguascalientes, México. Universidad Autónoma Indígena de México. *Ra Ximhai* 7(2): 155-172

Rzedowski J., y Calderón de R., G. 1998. Dos especies de *Ambrosia* (Compositae, Heliantheae) adventicias en el centro de México. *Acta Botánica Mexicana* 43: 57-66.

Sri-Ngernyuang K., M. Kanzaki, T. Mizuno, H. Noguchi, S. Teejuntuk, C. Sungpalee, M. Hara, T. Yamakura, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda and S. Bunyavejchewin. 2003. Habitat differentiation of Lauraceae species in a tropical lower montane forest in northern Thailand. *Ecological Research* 18: 1-14.

Tapia-Torres, N.C. 2011. Algunas características anatómicas y químicas de la hoja y de la madera de *Litsea glaucescens* Kunth (Lauraceae). Tesis para obtener el diploma de especialista en biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

Taylor, B.W. 1963. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal of Ecology* 51(1):27-54.

The Plant List. 2013. Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (consultada el 6 de mayo de 2014)

Tucker, A.O., Maciarello, M.J. and Hill, M. 1992. *Litsea glaucescens* Humb., Bonpl. & Kunth var. *glaucescens* (Lauraceae): A Mexican Bay. *Economic Botany* 46(1):21-24.

Ugent, D. 2000. Medicine, myths and magic the folk healers of a Mexican market. *Economic Botany* 54(4):427-438.

Universidad Autónoma de México (UNAM). 2003. Agentes bioactivos de plantas desérticas de Latinoamérica (ICBG). Jardín Botánico. Base de datos REMIB-CONABIO. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. México.

Van der Werff, H. y Lorea, F. 1997. Flora del Bajío y regiones adyacentes. Fascículo 56. Missouri Botanical Garden Saint Louis, Missouri, U.S.A. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz

Villaseñor, R.J.L. 2010. Árboles de la Península de Yucatán, Flora del distrito de Tehuantepec, Oaxaca y familia Asteraceae en México (IBUNAM). Árboles de la Península de Yucatán. Herbario Nacional Instituto de Biología UNAM. Base de datos SNIB-REMIB-CONABIO. Proyectos: U004, M056, P089, Q069. México, D.F.

w3TROPICOS. 2012. Herbario MO. Jardín Botánico de Missouri, División de Investigación. St. Louis, Missouri. E.U.A. On line: <http://www.tropicos.org>

## **CAPITULO 2. FACTORES DE SITIO DEL ECOSISTEMA SEMIARIDO**

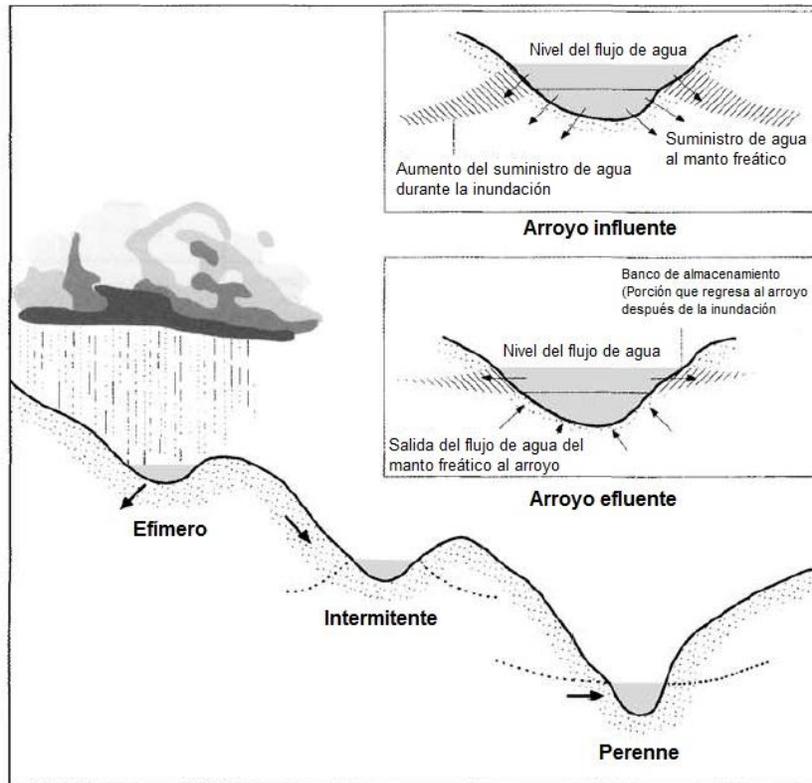
### **1. EL ECOSISTEMA RIPARIO**

Las zonas riparias son una conexión entre la tierra y el río o arroyo. De igual modo que los ecotonos, comprenden gradientes pronunciados de factores ambientales, procesos ecológicos y comunidades de plantas (Gregory *et al.* 1991).

Se denomina vegetación ripisilva, ripícola o ripario a la que habita en el margen del río o arroyo. Es característico de estos ambientes que las especies se ubiquen en un sentido transversal del arroyo y a lo largo del cauce desde el surgimiento de éste en lo alto de la colina hasta el valle, formando una gradación de catena (seriación de suelos). Donde las especies con mayor demanda de agua se ubican más cerca del canal, mientras que las de menor demanda se ubican a mayor distancia de este (Cruz y Gallardo 1980; Fraume, 2007).

### **2. LA HDROLOGÍA DEL SISTEMA RIPARIO**

Los arroyos efimeros son formas geomorfológicas comunes alrededor del mundo y son predominantes en los ambientes fluviales en las zonas secas (Shaw y Cooper, 2007). Gordon *et al.* (2004) clasifican los arroyos en: perenne, intermitente y efimero, lo cual está relacionado con los términos: influente y efluente. Influyente se refiere a los arroyos que pierden agua porque alimentan al manto freático; mientras que efluente, representa a los arroyos que ganan agua proveniente de los arroyos influentes (Figura 4).



**Figura 4. Descripción de la permanencia del flujo de agua (la línea punteada se refiere al nivel del manto freático) (Wilson, 1969; Gordon *et al.* 2004)**

Un arroyo perenne es aquel que tiene corriente de agua todo el año; un arroyo intermitente, presenta flujo de agua en cierta temporada mientras sea alimentado por los manantiales o por los escurrimientos; y un arroyo efímero, es aquel cuyo canal de agua está por arriba del nivel del manto freático y sólo tiene flujo de agua durante o inmediatamente después de un evento de precipitación pluvial (Gordon *et al.* 2004). Lo anterior se puede observar más claramente en la figura 4.

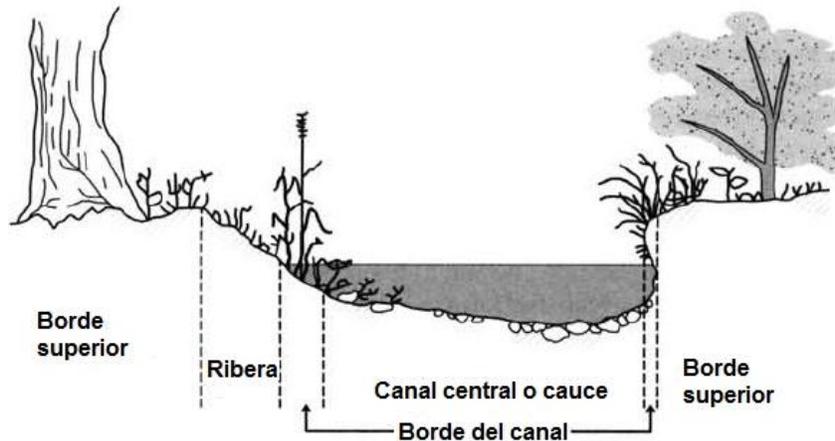
Las zonas ripícolas se caracterizan por ser una conexión entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos (Gregory, 1991). En éstos ecosistemas, a menudo existe un proceso continuo de cambio que es impulsado principalmente por las fuerzas hidrológicas (Stringham y Repp, 2010).

Los ambientes ripícolas ocupan pequeñas porciones de paisaje en las regiones áridas y ejercen una influencia significativa en los procesos, geomorfológicos, hidrológicos y ecológicos (Tabacchi *et al.* 2000). Aunque en las regiones secas, la zona ripícola no es tan marcada como en las regiones tropicales húmedas (Bark-Hodgins *et al.* 2005).

### **3. LAS FORMAS DEL TERRENO RIPARIO**

Las formas del terreno son el resultado de las interacciones entre la elevación de las montañas, las fuerzas erosivas y el transporte de sedimentos por el agua que corre (Scatena y Varrin, 2010). En paisajes montañosos muy escarpados las formas del terreno de los valles se esculpen por los procesos fluviales, que implican movimiento de masas de suelo provenientes de las corrientes tributarias y de las laderas aledañas. Estas superficies geomorfológicas crean patrones físicos que se reflejan en el desarrollo de comunidades de plantas y la distribución de la biota acuática. (Gregory *et al.* 1991).

En todas las áreas montañosas, los factores geomorfológicos controlan fuertemente la variación de la vegetación y las propiedades del suelo (Nevo *et al.* 1998). Existen varias clasificaciones de la forma de los ríos o arroyos dependiendo del enfoque con el que se quiera abordar el estudio (Gordon *et al.* 2004). Lewis y Williams (1984) proponen dividir las formas del terreno ripícola en: canal central o cauce, borde de canal, ribera y borde superior (Figura 5).



**Figura 5. Sección transversal de un arroyo (Lewis y Williams, 1984).**

#### **4. FACTORES DE SITIO**

Un sitio ecológico es el producto de la forma del terreno, del suelo, del clima y de los disturbios naturales. La combinación de factores ambientales específicos genera comunidades vegetales que se repiten a través del paisaje (Stringham y Repp, 2010).

La distribución, composición, estructura y la diversidad de las especies de las comunidades ripícolas varía de acuerdo con la topografía, la intensidad luminosa, las propiedades de suelo, los procesos hidrológicos, el microclima, los disturbios y los factores bióticos de estas zonas (Butke *et al.* 2008).

El ecosistema ripario por definición, implica que la humedad del sistema hidrológico-edáfico es el factor del que son dependientes las plantas de ribera. Y, que el factor del que son independientes, es la pluviosidad, a menos que se trate de arroyos efímeros. Otros factores que podrían incidir en la humedad del cauce y la clinoserie vegetal serán descritos a continuación:

## **5. LOS FACTORES DE SITIO Y LA CATENA RIPARIA**

La diversidad de las comunidades de plantas varía de acuerdo a las características ambientales de la catena riparia, es decir de forma perpendicular al canal. Este gradiente transversal incluye la profundidad del manto freático, la textura del suelo, las características de la superficie y la susceptibilidad a los disturbios relacionados a las inundaciones (Castelli *et al.* 2000). La composición de la vegetación riparia está restringida por las características físicas de la cuenca (Baker, 1989).

### **5.1. ALTITUD**

Es bien sabido que existe una relación entre los tipos de vegetación y la variación altitudinal en las zonas montañosas; lo anterior por la disminución en temperatura con el aumento en altura y cambios en la precipitación (Shiple y Keddy, 1987). Así también, la composición botánica en los bosques cambia perceptiblemente a lo largo de un gradiente altitudinal (Soethe *et al.* 2006; Gallego-Fernández, 2004). Aunque, en gradientes estrechos existen otros factores tales como suplemento de nutrientes y enemigos naturales que llegan a ser más importantes (Vargas-Rodríguez *et al.* 2005).

### **5.2. PENDIENTE Y SU ORIENTACIÓN**

La pendiente es uno de los factores más importantes que controlan los procesos pedogénicos que afectan las propiedades químicas del suelo, la humedad y el aire superficial (Buol *et al.* 1997; Bennie *et al.* 2006). Por ejemplo en un estudio de Yamashita *et al.* (2011), se encontró que la variación espacial del pH está fuertemente asociada a la pendiente.

La pendiente y la orientación del suelo modifican la cantidad de radiación solar que recibe la superficie y se han identificado como factores importantes en la determinación de las condiciones ecológicas de un sitio (Oke, 1987). La radiación solar es uno de los principales factores ambientales que controla el crecimiento de las plantas. En un terreno ondulado, la radiación puede cambiar radicalmente en distancias cortas, debido a la alta variación de la orientación de la pendiente en relación con el sol (Tian *et al.* 2001).

En los pastizales de la Mongolia Central, por ejemplo, el proceso de humedecimiento del suelo a largo plazo y los procesos de erosión se aceleran en las pendientes orientadas al sur. En las pendientes orientadas al norte, la capa de suelo húmico es más gruesa (Wang y Cai, 1988). Existen diferencias en la composición de especies y la productividad en relación con la variación de la orientación de la pendiente (Hooper, 1998).

La variación de la pendiente tiene una fuerte influencia en la diversidad de especies, ya que ésta diversidad es mayor en las pendientes al norte comparadas con las pendientes al sur. Bennie *et al.* (2006) muestran que debido a los factores edáficos, las pendientes orientadas al sur mantienen más flora tolerante al estrés y con mayor demanda de luz en los pastizales. Estas diferencias en la composición botánica y productividad se explican por la disponibilidad de recursos, especialmente agua (Badano *et al.* 2005).

Gong *et al.* (2008) encontraron que la productividad es afectada por la orientación de la pendiente, debido a que las pendientes orientadas al norte tienen significativamente mayor cubierta de biomasa verde. La orientación de la pendiente tiene una fuerte influencia en la diversidad de especies, ya que ésta es mayor en las pendientes al norte comparadas con las pendientes al sur. Pero la orientación de la pendiente al sur contribuye a la mayor cantidad de biomasa de plantas C<sub>4</sub>.

### **5.3. EL SUSTRATO**

En un arroyo, el sustrato usualmente se refiere a las partículas dentro de la cama del arroyo, tanto orgánicas como inorgánicas. Las partículas grandes (gravas y adoquín) están asociados con corrientes rápidas y las partículas pequeñas (arenas, limos y arcillas) con corrientes lentas. El mayor número de especies vegetales está asociado con sustratos complejos de roca, grava y arena (Gordon *et al.* 2004).

#### **5.3.1.MATERIA ORGÁNICA**

La materia orgánica está constituida por materiales orgánicos de muy diversa índole (López, 2008). La cantidad y calidad de la capa de carbono orgánico está fuertemente regulada por el tipo de vegetación. La mayor fracción de la materia orgánica proviene de los residuos de las plantas (hojarasca del dosel alto y bajo, los exudados de raíces y lixiviados) y la composición química de estos residuos varía de acuerdo a las especies de plantas (Aneja *et al.* 2006).

La variación estacional en la productividad de las plantas, usualmente determina la cantidad y calidad de la materia orgánica alóctona (ajena a la localidad) en arroyos de orden bajo y los patrones de su procesamiento y retención (Magana, 2001). Por ejemplo Merilä *et al.* (2010), refieren que la hojarasca proveniente de árboles y arbustos caducifolios tiene bajas concentraciones de fenoles y una baja relación C:N; mientras que la hojarasca proveniente de coníferas y otros arbustos perennes, contienen altas concentraciones fenólicas y alta relación C:N.

### **5.3.2.TEXTURA DEL SUELO**

La textura tiene una importante influencia en los ciclos de los nutrientes en los suelos de terrenos montañosos (Bechtold y Naiman, 2005), ya que influye en la productividad de los suelos forestales, aunque ésta influencia puede ser indirecta (Pritchett, 1991). Por ejemplo Bechtold y Naiman (2005) encontraron que en los suelos ripícolas del Río Phugwane en Sud África, existe una relación entre la textura del suelo y la cantidad de carbono total, el nitrógeno total y la mineralización neta de N.

Además, ésta relación tiene fuerte influencia de la forma del terreno ripícola, ya que las planicies de inundación están ampliamente dominadas por arenas, mientras que las partículas finas son más significativas en las terrazas y laderas, que en las riberas de los bancos y otras formas del terreno (Bechtold y Naiman, 2005).

### **5.3.3.pH**

El pH del suelo es importante por una variedad de razones, incluidos la solubilidad del aluminio (el cual es tóxico para muchas plantas u organismos), intemperización de minerales y la distribución de los cationes en el complejo de intercambio. En las zonas secas, un pH alto y altas concentraciones de sales combinadas pueden limitar el crecimiento de los árboles. Algunas especies están muy bien adaptadas a suelos con un pH cercano a la neutralidad (5.5 a 7.0), otras crecen bien en suelos ácidos ( $\text{pH} < 5.5$ ) y muchos árboles crecen bien a través de un amplio gradiente de valores de pH (Fisher y Binkley, 2000).

Las aguas que surcan terrenos graníticos se encuentran poco mineralizadas y presentan un pH ácido o cercano a la neutralidad; las aguas que atraviesan

terrenos con material parental sedimentario, presentan una gran concentración de bicarbonatos y un pH alcalino (Granados-Sánchez *et al.* 2006).

El pH es más alto en las mesas y pendientes bajas. El alto coeficiente de correlación entre el pH y la pendiente demuestra que la variación espacial del pH en el suelo está fuertemente asociada a la pendiente topográfica en la estructura de largo alcance.

Yamashita *et al.* (2011) sugieren que la variación del tamaño de partícula también controla el pH del suelo en el largo alcance, debido a que se deriva una pequeña carga negativa de los minerales arcillosos en los suelos arenosos. Por otro lado, aunque el contenido de los cationes base es relativamente bajo en las zonas ripícolas, una acumulación de arenas en el área puede incrementar el pH.

#### **5.3.4.CIC**

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, lo cual está relacionado con la cantidad de coloides existentes en el suelo y sus combinaciones. Las arcillas, materia orgánica óxidos e hidróxidos de Fe y Al en el suelo son coloides cargados eléctricamente con carga negativa por lo que pueden retener cationes.

Buol *et al.* (1997) han demostrado que la base de cationes intercambiables incrementa conforme la posición de la pendiente decrece y el pH aumenta. Este patrón se debe a la acumulación de cationes base en las bajas pendientes debido a la erosión (Tsui *et al.* 2004).

### **5.3.5.NUTRIENTES**

En los ecosistemas ripícolas, después de la inundación, el secado de los suelos y los sedimentos alteran en el potencial de mineralización al modificar la disponibilidad de sustratos y las características fisicoquímicas. La cantidad de sustrato, más la composición de la comunidad microbiana, puede ser el control primario de las tasas de N y C aprovechable en las regiones donde los aportes de materia orgánica son bajos y los suelos son pobres en nutrientes (McIntyre *et al.*, 2009).

#### **5.3.5.1. NITROGENO**

La topografía es uno de los factores más importantes que afectan la disponibilidad de nitrógeno (N) del suelo para las plantas. Las tasas de mineralización y nitrificación del N del suelo varían a lo largo de gradientes topográficos de las zonas altas a los valles, aún dentro de una misma pendiente; los decrementos de la disponibilidad de N en el suelo en relación con la topografía pueden afectar el crecimiento vegetal y la estructura forestal y de ahí la penetración de la luz al suelo forestal (Tateno & Takeda, 2003).

Por otra parte, el bosque ribereño puede actuar como agente transformador cuando los procesos químicos y biológicos cambian la composición de los nutrientes. En el caso de suelos bien oxigenados, las bacterias y los hongos convierten el nitrógeno del escurrimiento y la materia orgánica del piso del bosque en formas minerales (nitratos) que pueden ser aprovechados por las plantas y bacterias.

### **5.3.5.2. FÓSFORO**

La disponibilidad de fósforo en los bosques es a través del fosfato ( $PO_4^{3-}$ ) y el ciclo del fosfato incluye tanto los componentes biológicos como los geoquímicos (Marshner, 1995). El fosforo juega un efecto pivotante en la transformación energética de las plantas, la síntesis de proteínas y nucleótidos y la replicación celular. Una gran cantidad de fósforo en las plantas está unido a otros grupos fosfatados. Las transformaciones de fósforo dentro de las células de la planta son muy dinámicas (Fisher y Binkley, 2000).

### **5.3.5.3. POTASIO**

La descomposición de la cubierta forestal y la materia orgánica del suelo libera  $K^+$  a la solución del suelo. El potasio sólo está presente en su forma de ion libre en las plantas y su desprendimiento de la hojarasca es frecuentemente más rápido que el de cualquier otro nutriente. El bombeo de potasio dentro o fuera de las células oclusivas de las estomas cambia el potencial osmótico, resultando en la apertura o cierre de la estoma. El potasio también está involucrado en la activación enzimática, la síntesis de proteínas y la fotosíntesis (Marschner, 1995).

En general los aportes de  $K^+$  exceden las salidas; este elemento limita el crecimiento forestal solo en algunos suelos arenosos, algunos suelos orgánicos y algunos muy intemperados, donde la percolación milenaria ha disminuido el abasto de  $K^+$  (Fisher y Binkley, 2000).

Las bajas correlaciones entre el potasio y otras variables en un gradiente amplio sugieren que el potasio intercambiable no fluctúa con la forma del terreno. Se especula que el K es retenido fuertemente en los minerales

arcillosos en cada posición de la pendiente comparado con el Ca (Yamashita *et al.* 2012).

#### **5.3.5.4. CALCIO Y MAGNESIO**

El magnesio, dentro de las plantas, forma uniones iónicas con ligaduras nucleofílicas (como los grupos fosforil ATP) actuando como un puente para formar complejos que varían en estabilidad. El magnesio también es clave en las uniones covalentes de los componentes de clorofila (Marschner, 1995).

El calcio en las plantas es encontrado como un calcio intercambiable (Marschner, 1995). Yamashita *et al.* (2012) sugieren que existe una correlación positiva entre el calcio intercambiable Ca y el pH, debido a que en el largo alcance se provee la translocación del Ca de la pendiente media a la pendiente baja produciendo un pH alto en la pendiente baja.

### **6. ESPESURA DEL DOSEL**

La espesura de dosel es importante para la comunidad de plantas, debido a que afecta los factores básicos del hábitat como la luz, la humedad, el viento y la temperatura. La luz es requerida por las plantas y se caracteriza por: calidad, dirección, intensidad y duración (Weaver y Clements, 1929). Cuando la cobertura forestal es densa, esta altera uno o más atributos de la luz que penetran en menor proporción a los doseles de los otros árboles, a las plantas del sotobosque y al suelo forestal (Lemmon, 1956).

La vegetación influye el hábitat físico de los arroyos proveyendo sombra y alterando la estructura de los canales. La vegetación sobresaliente puede facilitar el mantenimiento de la frescura de los arroyos en verano y la calidez

en invierno. La sombra afecta el crecimiento de algas en los arroyos y la distribución de otros organismos que tienen preferencias a la sombra o al sol (Gordon *et al.* 2004).

## **7. COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN**

Muchas especies de plantas tienen fuertes asociaciones con las zonas ripícolas, algunas requieren la presencia de manantiales y crecen a lo largo de los márgenes de estos. Globalmente, el microclima húmedo de la zona ripícola y la humedad del suelo, originados tanto por el afloramiento de agua como por el agua del terreno cercano a la superficie, son más importantes para el desarrollo de las plantas que el manantial por sí mismo (Granados-Sánchez *et al.* 2006).

En un ambiente ripícola, la estabilidad de los bancos resulta de la interacción de diferentes factores y depende directa e indirectamente de la presencia de vegetación. El sistema radical retiene los sedimentos en el banco e incrementa la estabilidad mecánica proporcionando resistencia a la erosión. Además las raíces incrementan la flexibilidad del suelo y la tensión (Gordon *et al.* 2004).

La presencia de vegetación reduce la velocidad de flujo de agua (Thorne y Furbish, 1995). Un decremento en la velocidad de flujo es la causa de la deposición de partículas finas en la parte alta de los bancos. Alta proporción de partículas finas en los bancos incrementa la cohesión de los mismos y, por lo tanto, contribuye a la estabilidad (Gordon *et al.* 2004).

Altas densidades de vegetación resultan en un decremento del número de canales activos y decremento de la anchura del canal. Una cobertura herbácea densa es eficaz en la estabilización de los bancos en los arroyos (Micheli y Kirchner, 2002). La cobertura herbácea y la riqueza de especies son mayores

en los extremos formados por acumulaciones de agua, lo cual se atribuye a altos niveles de nutrientes y una textura fina del suelo en las áreas ripícolas, asociado con la inundación del suelo (Pettifer & Mciwem, 2012).

## **8. LA PERSISTENCIA DEL FLUJO DE AGUA Y ESPECIES INDICADORAS**

La profundidad del agua subterránea tiene una fuerte influencia en la composición de la vegetación ripícola de una región seca, aunque este factor también influye en la composición de los ecosistemas mésicos. La frecuencia y tiempo de duración de la inundación juegan un papel importante en regiones secas y mésicas, debido a las diferencias en tolerancia de las especies a factores como la saturación del suelo y el disturbio del hábitat (Stromberg *et al.* 1996).

Muchas especies de plantas ripícolas obtienen mucha del agua que requieren del manto freático aluvial alimentado por el agua infiltrada del arroyo y humedad adicional del agua de inundación durante el flujo de la corriente. Muchas de las plantas ripícolas tienen dispersión hidrocora por propágulos y diseminulos (Perry *et al.* 2011).

Existen especies de plantas herbáceas características de terrenos inundados y su densidad disminuye conforme existe una declinación del flujo de agua. También se ha observado que existe una mayor relación de la persistencia del flujo de agua con las plantas herbáceas que con las arbóreas (Stromberg *et al.* 1996).

Existen evidencias de que especies ripícolas como los álamos son freatofitas, ya que absorben agua del manto freático saturado de los arroyos adyacentes. Estas especies se caracterizan por altas tasas de transpiración y baja eficiencia en el uso del agua y, son generalmente, vulnerables a la sequía.

Pero, tienen una amplia distribución ya que habitan desde las altas, húmedas y frescas zonas montañosas hasta las frescas regiones de pastizal. Estas especies son ripícolas obligadas en ecosistemas secos (Pearce *et al.* 2005).

La baja retención de agua en los suelos de las planicies aluviales restringe a las plantas de la zona ripícola a un hábitat tanto xérico como freatofítico, debido al largo periodo seco de verano. Las especies que requieren mayor cantidad de agua persisten en lugares donde existe recarga de agua debida a eventos de precipitación invernal y primaveral (Groeneveld y Griepentrog, 1985). Muchas especies tienen un gradiente estrecho de dependencia al agua del subsuelo por lo que pueden ser consideradas como indicadores sensibles al abatimiento del manto freático (Stromberg *et al.* 1996).

## 9. LITERATURA CITADA

Aneja, M.K., Sharma, S., Fleischmann, F., Stich, S., Heller, W., Bahnweg, G., Munch, J.C., Schloter, M., 2006. Microbial colonization of beech and spruce litter-influence of decomposition site and plant litter species on the diversity of microbial community. *Microb. Ecol* 52:127-135.

Badano, E.I., Cavieres, L.A., Molina-Montenegro, Molina-Montenegro, M.A., Quiroz, C.L. 2005. Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean matorral of central Chile. *Journal of Arid Environments* 62:93-108.

Baker, W.L. 1989. Macro- and micro-scale influences on riparian vegetation in western Colorado. *Annals of the Association of American Geographers* 79:65-78.

Bark-Hodgins, R.H., Osgood, D.E., Colby, B.G., Katz, G., Stromberg, J., 2005. Do homebuyers care about the “quality” of natural habitats? *American Agricultural Economics Association Annual Meeting July 24-27, 2005. Providence, R.I.*

Bechtold, J. S. and Naiman, R.J. 2005. Soil texture and nitrogen mineralization potential across a riparian toposequence in a semi-arid savanna. *Soil Biology & Biochemistry* 38:1325-1333.

Bennie, J., Hill, M., Baxter, R., Huntley, B. 2006. Influence of slope and aspect on long-term vegetation change in British chalk grassland. *Nature* 431:181-184.

Berner K., E. y Berner, R. A. 1987. The global water cycle. *Geochemistry and Environment*. Yale University. Prentice-Hall, Inc. pp: 142-143.

Budke, J.C., Jarenkow, J.A., de Filho, A.T. 2008. Tree community features of two stands of riverine forest under different flooding regimes in Southern Brazil. *Flora* 203:162-174.

Buol, S.W., Hole, F.D., McCracken, R.J., Southard, R.J., 1997. Soil genesis and classification. 4th edition. Iowa State Univ. Press, Ames, I.A.

Castelli, R.M., Chambers, J.C. y Tausch, R.J. 2000. Soil-plant relations along a soil-water gradient in Great Basin riparian meadows. *Wetlands* 20:251-266.

Cruz, J.L. y Gallardo, J.F. 1980. Catena de suelos de la margen izquierda del vale del río Jerte. Departamento de Geografía. Universidad de Salamanca I:251-269.

Fassbender, H.W. y Bornemisza, E. 1994. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Servicio Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José Costa Rica.

Fisher, R.F., Binkley, D. 2000. Ecology and management of forest soils. *John Wiley & Sons* 489 pp.

Fraume, R. N.J. 2007. Diccionario ambiental. ECOE ediciones 465 p.

Gallego-Fernández, J.B. 2004. Factores que condicionan el espectro de distribución del matorral mediterráneo de la Sierra de Grazalema, Sur de España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61(01):73-80.

Gong, X., Brueck, H., Giese, K.M., Zhang, L., Sattelmacher, B., Lin, S. 2008. Slope aspect has effects on productivity and species composition of hilly grassland in the Xilin River Basin Inner Mongolia, China. *Journal of Arid Environments* 72: 483-493.

Gordon, N.D., McMahon, T.A., Finlayson, B.L., Gippel, C.J., Nathan, R.J. 2004. Stream hydrology: An introduction for ecologist, Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd ISBNs. 470 p.

Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M.A., López-Ríos G.F. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo* 12(001):55-69.

Gregory, S.V., Swanson, F.J., McKee, W.A., Cummins, K.W. 1991. An Ecosystem perspective of riparian zones, focus on links between land and water. *BioScience* 41(8):540-551.

Groeneveld, D.P., and Griepentrog, T.E. 1985. Interdependence of groundwater, riparian vegetation and stream bank stability: A case study. *Riparian Ecosystems and their Management: Reconciling Conflicting Uses*. Proceedings of the first North American Riparian Conference. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Fort Collins, CO. pages 44-48.

Hooper, D.U. 1998. The role of complementarity and competition in ecosystem responses to variation in plant diversity. *Ecology* 79:704-719.

Lemmon, P.E. 1956. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. *Forest Science* 2:1

Lewis, G. and Williams, G. 1984. Rivers and wildlife handbook – A guide to practices which further the conservation of wildlife rivers. *Royal Society for the Protection of birds and Royal Society for Nature Conservation* UK.

Loera, H.F.G. 2002. La familia Lauraceae en el sur de México: diversidad, distribución y estado de conservación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71:59-70.

López, P. A. 2008. Las reservas orgánicas edáficas y su relación con la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos agrícolas. Tesis Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 103 pp.

Magana, A.E.M., 2001. Litter input from riparian vegetation to streams: A case study of the Njoro River, Kenya. *Hydrobiologia* 458:141-149.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. London: Academic Press. 889 p.

McIntyre R.,E.S., Adams, M.A., Ford, D.J., Grierson, P.F. 2009. Rewetting and litter addition influence mineralization and microbial communities in soils from a semi-arid intermittent stream. *SoilBiology & Biochemistry* 41:92-101.

Merilä, P., Malmivaara-Lämsä, M., Spetz, P., Stark, S., Vierikko, K., Derome, J., Fritze, H., 2010. Soil organic matter quality as a link between microbial community structure and vegetation composition along a successional gradient in a boreal forest. *Applied Soil Ecology* 46: 259-267.

Micheli, E.R. y Kirchner, J.W. 2002. Effects of wet meadow riparian vegetation on streambank erosion. 1. Remote Sensing measurements of

streambank migration and erodibility. *Earth Surface Processes and Landforms* 27:627-639.

Nevo, E., Travleev, A.P., Belova, N.A., Tsatskin, A., Pavlíček, T., Kulik, A.F., Tsvetkova, N.N., Yemshanov, D.C., 1998. Edaphic interslope and valley bottom differences at “Evolution Canyon”, lower Nahal Oren, Mount Carmel, Israel. *Catena* 33:241-254.

Oke, T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*, 2<sup>nd</sup> Methuen, London.

Pearce, D.W., Millard, S., Bray, D.F., Rood, S.B., 2005. Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. *Tree Physiology* 26:211-218.

Perry, L.G., Andersen, D.C., Reynolds, L.V., Nelson, S.M., Shafroth, P.B. 2011. Vulnerability of riparian ecosystem to elevated CO<sub>2</sub> and climate change in arid and semiarid western North America. *Global Change Biology* 18:821-842.

Pettifer, E., Mciwem, P.K., 2012. The effects of flood defenses on riparian vegetation species richness and abundance. *Water and Environment Journal* 26:343-351.

Pritchett, W.L. 1991. *Suelos forestales, propiedades, conservación y mejoramiento*. Editorial Limusa Grupo Noriega Editores, Versión autorizada en Español, México D.F. 634 p.

Scatena, F.N., and Varrin, R.D. 2010. Fluvial processes in geomorphology and environmental management: The 2006 Benjamin Franklin Medal in

Earth and Environmental Science awarded to Luna B. Leopold and M. Gordon Wolman. *Journal of the Franklin Institute* 347:688-697.

Shaw, J.R., Cooper, D.J. 2007. Linkages among watersheds, stream reaches and riparian vegetation in dry land ephemeral stream networks. *Journal of Hydrology* 350:68-82.

Shipley, B., Keddy, P.A. 1987. The individualistic and community-unit concepts as falsifiable hypotheses. *Vegetation* 69: 47-55.

Soethe, N., Lehmann, J. & Engels, C. 2006. The vertical pattern of rooting and nutrient uptake at different altitudes of a south Ecuadorian mountain forest. *Plant Soil* 286:287-299.

Stringham, T.K. y Repp, J.P. 2010. Ecological site descriptions: consideration for riparian systems. *Rangelands* 32:43-48.

Stromberg, J.C., Tiller, R. y Richter, B. 1996. Effects of groundwater decline on riparian vegetation of semiarid regions: The San Pedro, Arizona. *Ecological Applications* 6(1):113-131.

Tabacchi, E., Lambs, L. Guilloy, H., Planty-Tabacchi, A., Muller, E., Decamps, H. 2000. Impacts of riparian vegetation on hydrological processes. *Hydrological Processes* 14: 2959-2976.

Tateno, R. y Takeda H. 2003. Forest structure and tree species distribution in relation to topography-mediated heterogeneity of soil nitrogen and light at the forest floor. *Ecological Research* 18:559-571.

Thorne, S. D. y Furbish, D. J. 1995. Influences of coarse bank roughness on flow within a sharply curved river bend. *Geomorphology* 12: 241-257.

Tian, Y.Q., Davies-Colley, R.J., Gong, P., Thorrold, B.W., 2001. Estimating solar radiation on slopes of arbitrary aspect. *Agricultural and Forest Meteorology* 109:67-74.

Tsui, C.C., Chen, Z.S., Hsieh, C.F., 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma* 123(1-2):131-142.

Vargas-Rodríguez, Y.L., Vázquez-García, J.A. y Williamson, G.B., 2005. Environmental correlates of tree and seedling-sampling distributions in a Mexican tropical dry forest. *Plant Ecology* 180:117-134.

Wang, Y.F., Cai, Y.C., 1988. Studies on genesis, types and characteristics of the soils of the Xilin River Basin. *Research on Grassland Ecosystem* (No.3). Science Press. Beijing, PRC. pp 23-83.

Weaver, J.E. and Clements, F.E., 1929. Plant ecology. McGraw-Hill Company, Inc. New York.

Wilson, E.M. 1969. Engineering hydrology. Macmillan. London.

Yamashita, N., Ohta, S., Sase, H., Kievuttinon, B., Luangjame, J., Visaratana, T., Garivait, H., 2011. Seasonal changes in multi-scale spatial structure of soil pH and related parameters along a tropical dry evergreen forest slope. *Geoderma* 165: 31-39.

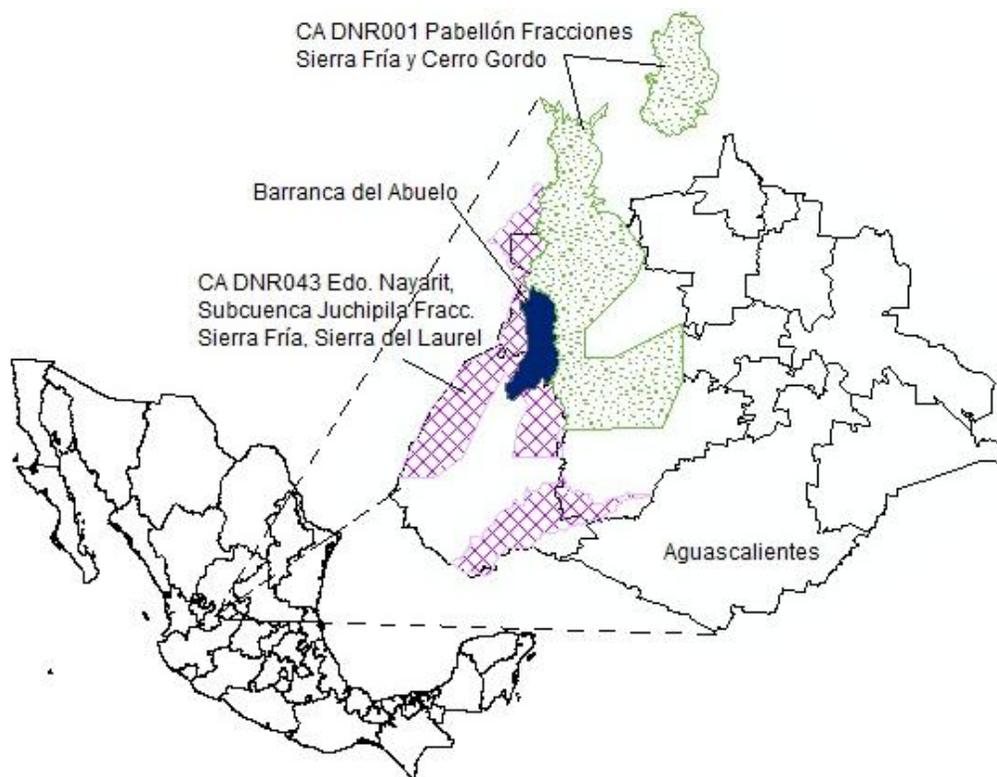
Zavala, M.A., 2004. Ecología del Bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Capítulo 9. Estructura, dinámica y modelos de ensamblaje de bosque mediterráneo: entre la necesidad y la contingencia. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 249-277.

## CAPÍTULO 3. MÉTODO DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE DATOS

### 1. FACTORES DE SITIO

#### 1.1. ÁREA DE ESTUDIO

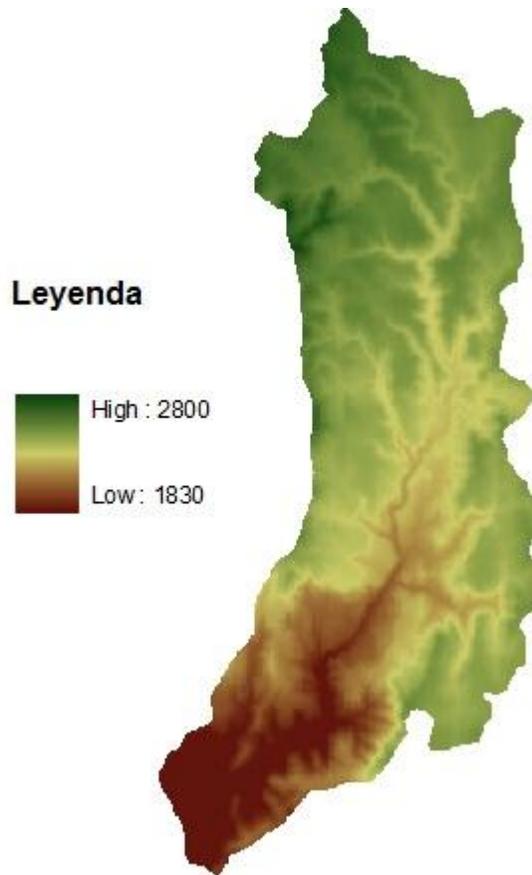
Se eligió como área de estudio a la Barranca del Abuelo, la cual está inmersa en la región denominada “Sierra Fría” en el estado de Aguascalientes. La región fue decretada como Área Natural Protegida en 1994 en la categoría de Zona Sujeta a Protección Ecológica de competencia estatal (CONABIO, 2008). Para 2002, se llevó a cabo una re-categorización de la región; se dividió en dos áreas naturales protegidas con la categoría de Áreas de Protección de Recursos Naturales de competencia federal. Las áreas se denominaron: “CA DNR001 Pabellón Fracciones Sierra Fría y Cerro Gordo” y “CA DNR043 Edo. Nayarit, Subcuenca Juchipila Fracc. Sierra Fría, Sierra del Laurel” (Figura 6).



**Figura 6. Ubicación del área de estudio (Elaboración propia)**

La región se ubica en la provincia fisiográfica “Sierra Madre Occidental”, en la subprovincia de “Sierras y Valles Zacatecanos”. La topografía regional es una meseta típica (INEGI, 2001). La roca que origina el material edáfico es ígnea extrusiva ácida, que corresponde con Riolita-Ignimbrita y Toba riolítica formadas en el paleógeno del Terciario, hace 65 000 millones de años a principios de la era Cenozoica (INEGI, 1998; 2002).

La “Barranca del Abuelo” está inmersa entre dos municipios: Calvillo y San José de Gracia, en el estado de Aguascalientes. El terreno tiene un régimen mixto de tenencia de la tierra privada y ejidal. Cuenta con un gradiente altitudinal que va desde los 1,800 a los 2,800 msnm (Figura 7). Tiene una extensión aproximada de 10,815.95 ha., y comprende los ranchos de: “Antrialgo”, “Los Osos”, “El Gaucho” y “Torrecillas y la Coyotera”; y los terrenos de uso común del Ejido el Terrero de la Labor, El Ejido Túnel de Potrerillos y el Ejido Colonia Progreso.



**Figura 7. Modelo de elevación digital para la "Barranca del Abuelo" (Elaboración propia con datos de INEGI, 2004)**

La vegetación de la Barranca del Abuelo está constituida por bosques templados secos, dominados por comunidades de encino (*Quercus*), pino (*Pinus*), táscate (*Juniperus*) o más usualmente una combinación de ellas (Figura 8). Con menor frecuencia se pueden encontrar bosquecillos de cedros (*Cupressus lindleyi* Klotzsch ex Endl.) en algunas barrancas húmedas, generalmente asociados a pinos (CONABIO, 2008).

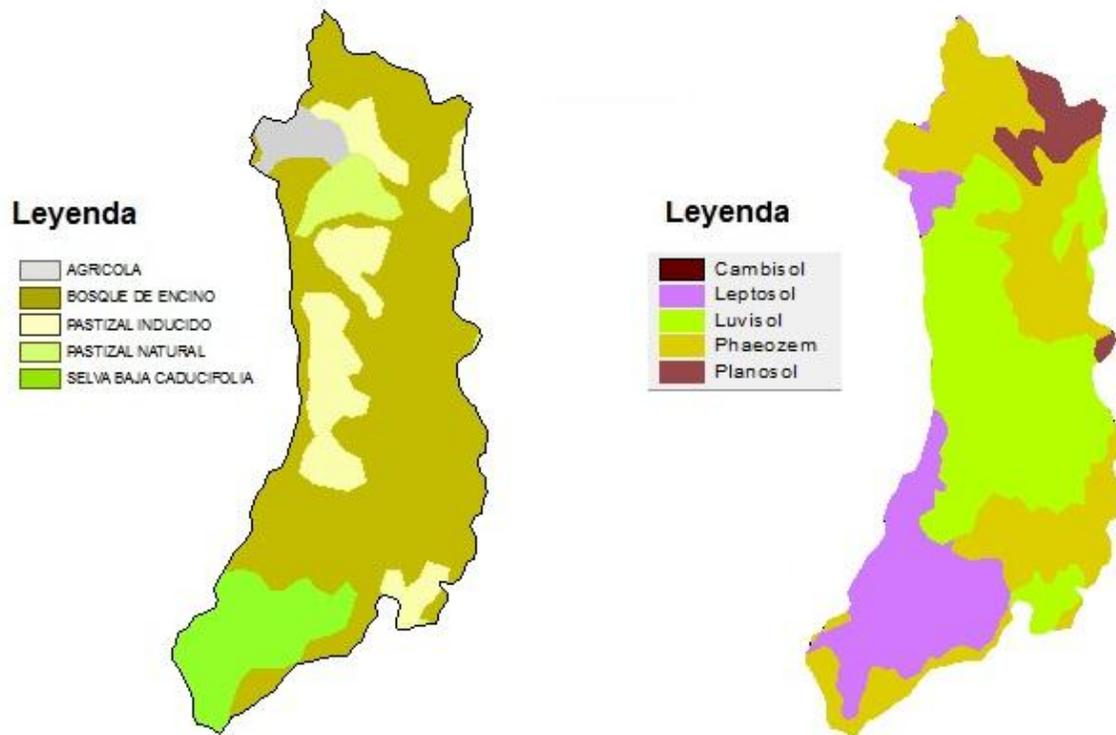
Los encinos más abundantes en el paisaje corresponden a *Quercus potosina* Trel., seguido en orden de importancia por los encinos rojos *Q. eduardii* Trel. y *Q. sideroxylla* Bonpl. Los encinos como *Q. rugosa* Née y *Q. chihuahuensis* Trel., están bien representados aunque con una distribución restringida a barrancas

y sitios húmedos. Las especies que presentan una población reducida son *Q. coccolobifolia* y *Q. resinosa* (Sosa-Ramírez *et al.* 2011).

Asociados al estrato arbóreo, en las barrancas muy húmedas o a orillas de arroyos, se pueden encontrar, además de las especies dominantes del bosque: fresno (*Fraxinus papillosa* Lingelsh.), álamo temblón (*Populus tremuloides* Michx.), sauce (*Salix bonplandiana* Kunth) y laurel (*Litsea glauscescens*) (CONABIO, 2008).

En el estrato arbustivo se tienen manzanitas (*Arctostaphylos pungens* Kunth, *Arctostaphylos polifolia* Kunth), madroño (*Arbutus glandulosa* M. Martens & Galeotti, *Arbutus arizonica* (A. Gray) Sarg.), palo amargo (*Garrya ovata* Benth., *Garrya laurifolia* Hartw. ex Benth.), capulín (*Prunus serotina* Ehrh.) y sauces (*Salix taxifolia* Kunth). La manzanita (*Arctostaphylos pungens* Kunth) en ocasiones puede formar comunidades puras muy densas en pendientes ligeras a pronunciadas en algunas zonas altas (CONABIO, 2008).

En la región, convergen tres tipos climáticos: el C (w<sub>1</sub>) que corresponde a un clima templado subhúmedo; el C (w<sub>0</sub>), que corresponde a un clima templado semiseco; y el BS<sub>1</sub>kw, que corresponde a un clima semiseco templado (INEGI, 1976).



**Figura 8. Tipos de suelo y vegetación y uso de la tierra en "La Barranca del Abuelo" (Elaboración propia con datos de INEGI, 2000; INEGI, 2009).**

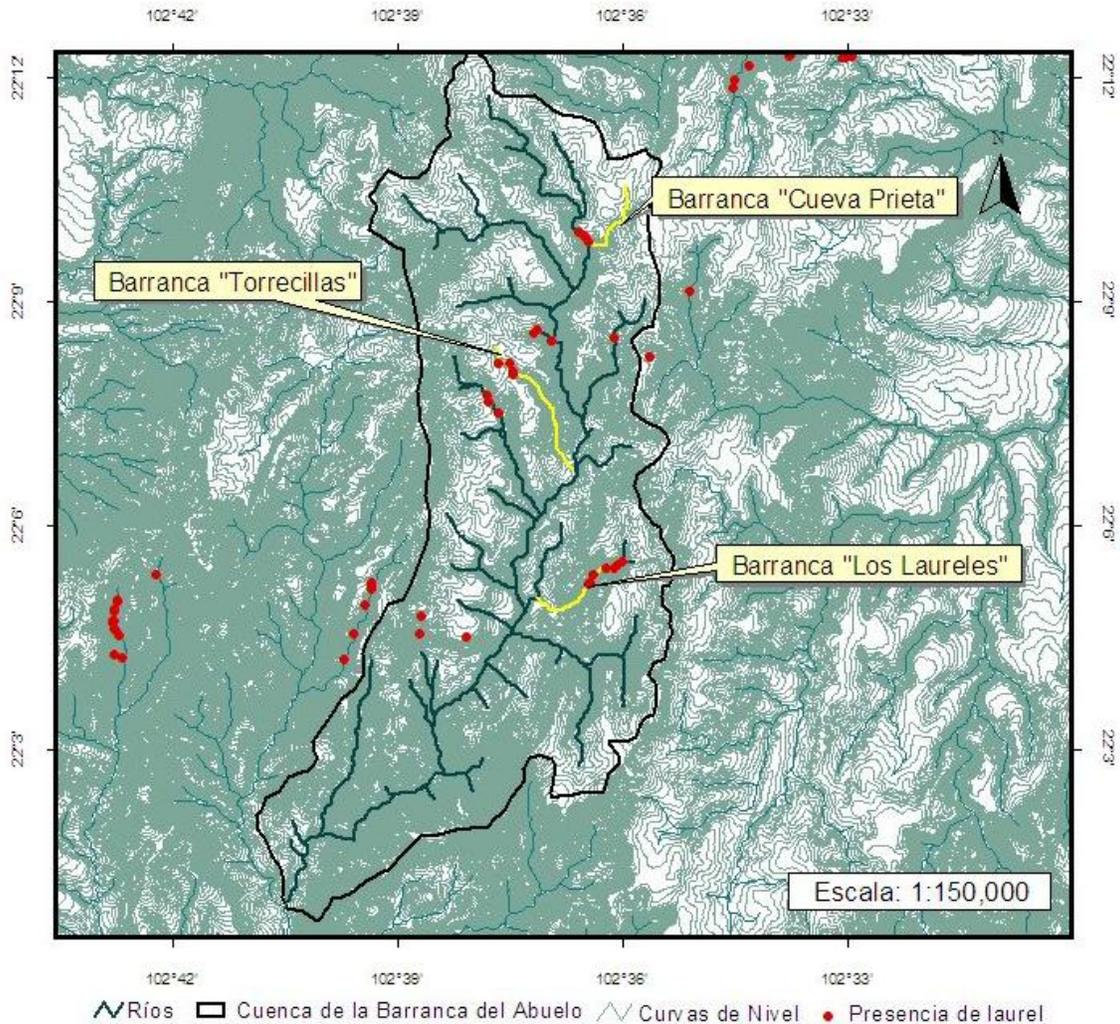
Los suelos característicos de la parte alta de la micro cuenca “Barranca del Abuelo” son: Planosol (PL), Phaeozem (PH) y Leptosol (LP); en la región media se encuentra el Luvisol (LV); y en la parte baja el Leptosol (LP) y Phaeozem (PH) (Figura 8) (INEGI, 2000).

## **1.2. DISEÑO DE MUESTREO**

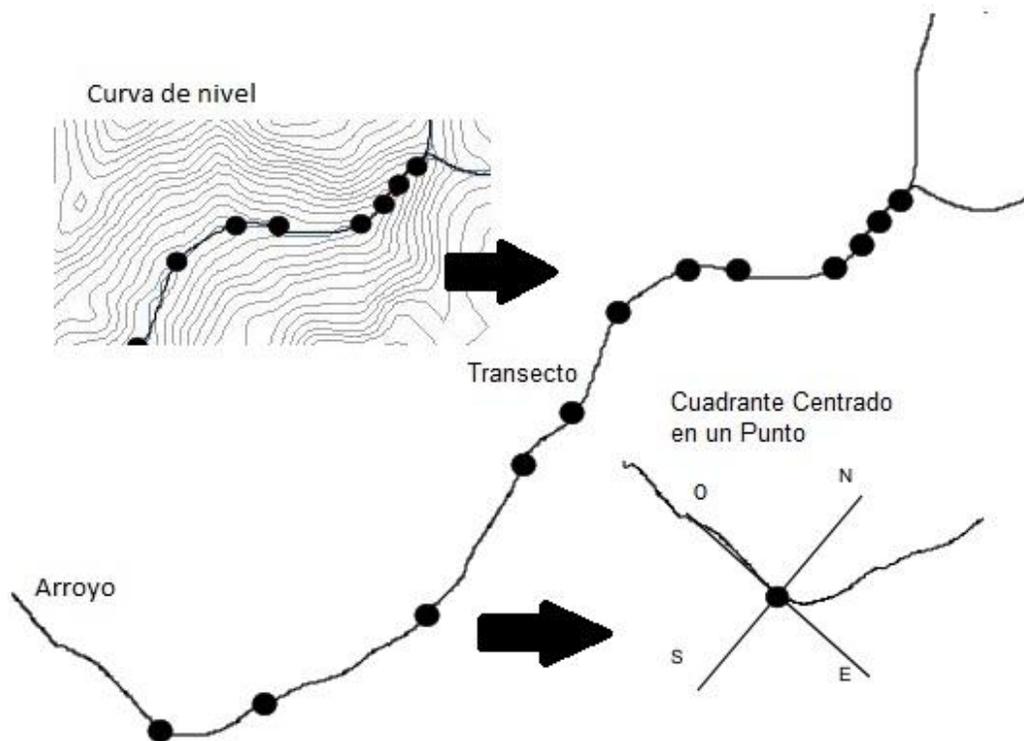
Se delimitó la superficie de la microcuenca “Barranca del Abuelo” usando el programa ArGIS 9.3. En recorridos preliminares se observó que el laurel casi siempre está asociado a los arroyos en el fondo de las barrancas y sus áreas colindantes. Por esta razón se restringió el muestreo a este hábitat.

En una carta topográfica digital, se examinaron todos los arroyos dentro de la Barranca del Abuelo. Estos se clasificaron por orden de ramificación de la

corriente a partir de las ramas periféricas hacia el cauce y se eligieron tres de ellos de manera aleatoria, considerando también la disposición de los dueños de los predios, los recursos económicos y el tiempo del que se disponía. Los tres afluentes muestreados fueron: la Barranca “Cueva Prieta”, La Barranca “Torrecillas” y la Barranca “Los Laureles” (Figura 9).



**Figura 9. Ubicación de los arroyos muestreados dentro de la “Barranca del Abuelo”**



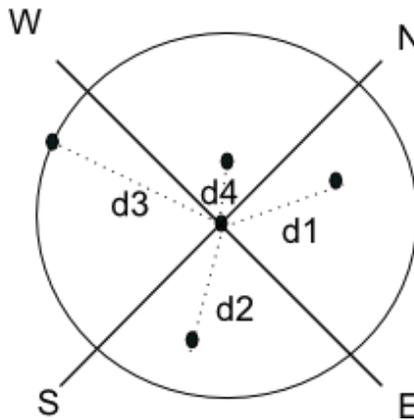
**Figura 10. Ubicación de los sitios de acuerdo con la curva de nivel y parcelas de muestreo**

En los tres arroyos se comprobó por recorridos exploratorios, la existencia de laurel. Luego se ubicaron transectos con 12 sitios (puntos de muestreo) a lo largo de los tres arroyos con un distanciamiento de 10 metros en altitud (Figura 10) sobre una carta topográfica digital. Se obtuvieron las coordenadas de los sitios y con la ayuda de un Sistema de Geoposicionamiento Global (Global Positioning System GPS), se ubicaron los sitios en campo a lo largo del cauce. Primeramente se ubicó el centro de la parcela después se ubicaron los puntos cardinales y se situaron dos varas cruzadas para diferenciar cuadrantes (método de Cuadrante Centrado en un Punto, CCP) (Brown, 1954).

Adicionalmente se trazó una parcela circular de seis metros de radio (Figura 11) (FAO, 2004; Martín, 2005; Mostacedo y Fredericksen, 2000).

En cada cuadrante se registró el laurel más cercano (considerando una distancia límite de 30 metros) y se anotaron las siguientes características (Anexo 1):

- Área basal: medición a 15 cm de nivel de suelo
- Número de tallos basales
- Distancia al punto central



**Figura 11. Esquema de muestreo por el método de Cuadrante Centrado en un Punto**

### **1.2.1.FACTORES ASOCIADOS AL RELIEVE**

#### **1.2.1.1. ALTITUD**

Debido a que el criterio de distanciamiento entre sitios fue la altitud, éste factor fue el primero en obtenerse al momento de seleccionar la ubicación de los sitios en la carta topográfica digital.

#### **1.2.1.2. PENDIENTE Y EXPOSICIÓN**

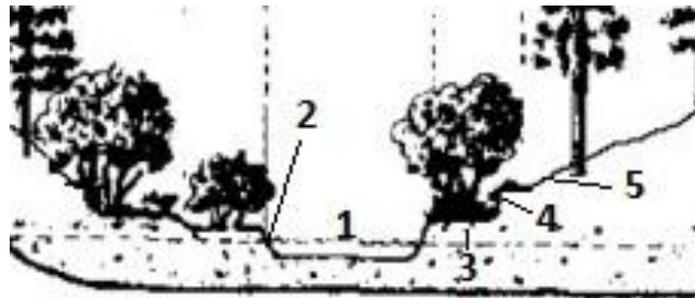
Se identificó la pendiente del sitio; debido a las condiciones del terreno donde se efectuó el estudio, se determinó la pendiente del cauce cuando el sitio cayó en el canal y la de la ladera cuando éste cayó en la ladera.

Se identificó la exposición de la pendiente del sitio; de igual forma que la pendiente, se identificó la exposición del cauce cuanto el sitio cayó en el canal y la de la ladera cuando el sitio cayó en la ladera.

### 1.2.1.3. FORMA DEL TERRENO RIPARIO

Considerando el relieve característico del ambiente ripario/ripícola de los arroyos muestreados, se asignaron cinco categorías (Figura 12):

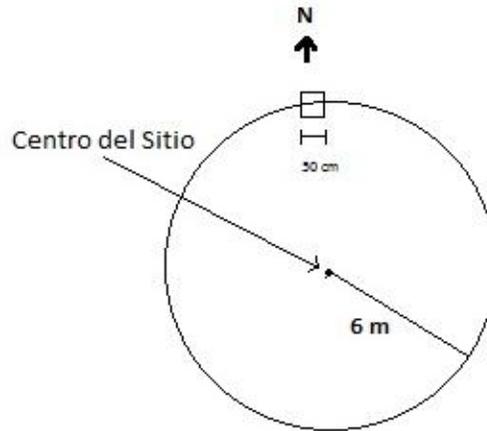
- 1 – canal
- 2 – ribera del canal
- 3 – terraza o borde superior
- 4 – ribera del borde
- 5 – Frontera del lecho ripario



**Figura 12. Clasificación general de formas del terreno ripario/ripícola en el área de estudio.**

### 1.2.2.FACTORES EDÁFICOS

Se estableció una micro parcela de 0.5 m x 0.5 m seis m al norte, a partir del centro del sitio (Figura 13).



**Figura 13. Ubicación de la micro parcela de muestreo de la cubierta forestal dentro del sitio**

Se estimó en una escala del 1 al 100, el porcentaje de cobertura de suelo por grupos de especies y demás atributos que pudieran encontrarse en la micro parcela de 0.5 x 0.5 m; de este modo se registró lo siguiente:

- Profundidad del suelo (Figura 14)
- Profundidad de la hojarasca
- Profundidad del mantillo
- Porcentaje de piedras
- Porcentaje de suelo desnudo



**Figura 14. Toma de datos y muestras**

Se tomó una muestra de suelo dentro de la micro parcela de 0.5 m x 0.5 m; para el caso de las parcelas donde no se encontró suelo, se recorrió sobre el perímetro de la parcela circular de 6 m de radio en dirección de las manecillas del reloj, para tomar una muestra de suelo representativa del sitio.

La muestra de suelo se tomó haciendo un corte vertical en el perfil de suelo y raspando verticalmente en los primeros 30 cm de profundidad cuando fue posible. Debido a las condiciones ripícolas/rupícolas, en muy pocas ocasiones se encontraron suelos con profundidad de más de 20 cm. Muchas muestras de suelo fueron tomadas prácticamente de la superficie (en los primeros 5 o 10 cm) o en pequeñas acumulaciones de suelo existentes entre las rocas.

### **1.2.3. COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN**

Se anotaron los datos de especie y diámetro normal para todas las especies con altura mayor a 1.30 metros dentro de la parcela circular de seis metros de radio. Para la toma de datos se tomó como referencia a Brown (1954). Se

recolectó material botánico para su identificación taxonómica en el herbario CHAPA del Colegio de Postgraduados.

Se anotaron los datos de las especies tanto arbóreas como arbustivas por el método del Cuadrante Centrado en un Punto. En este caso se anotó la especie, la distancia al centro de la parcela y el diámetro normal para el caso de individuos arbóreos. El muestreo se hizo en el mes de septiembre de 2012 y junio de 2013.

#### 1.2.4.ESPELURA DE DOSEL

Se determinó la espesura del dosel con un densitómetro esférico, el cual tiene como principio una retícula con 24 cuadros y un nivel de probabilidad de 95. Cada cuadro se divide a su vez en cuatro cuartos y se anota el número de cuartos por cuadro que reflejan la cobertura forestal haciendo cuatro lecturas por sitio; una en cada punto cardinal. Se suman las cuatro lecturas para obtener un valor promedio para el sitio, el número total de cuartos vacíos se multiplica por 1.04 para obtener el porcentaje de cobertura (Figura 15).

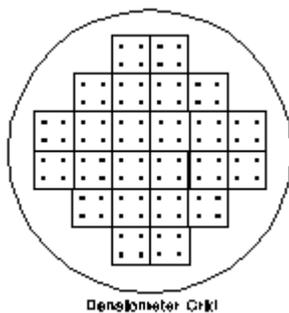


Figura 15. Densitómetro utilizado para medir la espesura de dosel.

Aunque la medida tomada con el densitómetro se pensó originalmente para medir la espesura de dosel, nos percatamos que la cantidad de sombra de muchos sitios estaba dada, no solamente por la espesura de las copas de los árboles de mayor porte, sino también por el relieve, es decir, por rocas o paredes rocosas características del paisaje ripícola.

### 1.3. ANÁLISIS DE DATOS

#### 1.3.1.FACTORES ASOCIADOS AL RELIEVE

Se asignó una clave para cada sitio con la finalidad de facilitar el análisis (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Relación de sitios muestreados con clave asignada**

<b>Nombre de la Barranca</b>	<b>Clave del Sitio</b>	<b>Presencia de laurel</b>
<b>Barranca "El Laurel"</b>	L1	Sí
	L2	Sí
	L3	Sí
	L4	Sí
	L5	Sí
	L6	Sí
	L7	Sí
	L8	Sí
	L9	Sí
	L10	Sí
	L11	Sí
	L12	No
<b>Barranca "Torrecillas"</b>	T1	Sí
	T2	Sí
	T3	Sí
	T4	Sí
	T5	Sí

	T6	Sí
	T7	Sí
	T8	Sí
	T9	Sí
	T10	No
	T11	No
<b>Barranca "Cueva Prieta"</b>	C1	No
	C2	No
	C3	No
	C4	Sí
	C5	Sí
	C6	Sí
	C7	Sí
	C8	Sí
	C9	Sí
	C10	Sí
	C11	No

Se elaboró una base de datos con la información referente a los siguientes factores: altitud, pendiente (expresada en grados), exposición del terreno (con su valor en grados) y el porcentaje de luz interceptada derivado de la medida obtenida con el densitómetro.

Se calcularon regresiones lineales con la densidad de individuos de laurel por sitio como variable respuesta. Se correlacionó con las siguientes variables independientes: altitud, pendiente, exposición de la pendiente y porcentaje de luz interceptada. Además, se utilizaron gráficas de frecuencias para analizar la relación entre cada factor de sitio y la frecuencia de individuos de laurel por clase de edad.

Se utilizó el programa Minitab 15.1.20, para correr un análisis de Componentes Principales usando el método de las covarianzas, debido a que los datos presentan cierta homogeneidad y poca variación de media. Con este

procedimiento se buscó saber si existía correlación entre las variables y de ser así, realizar lo correspondiente para reducir la colinealidad.

### 1.3.2.FACTORES EDÁFICOS

Las muestras de suelo se secaron a la sombra, se tamizaron y fueron llevadas al laboratorio de Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos del Colegio de Postgraduados donde se analizaron mediante los siguientes procedimientos (Cuadro 2):

**Cuadro 2. Relación de métodos aplicados para el análisis de las muestras edáficas**

<b>Factor</b>	<b>Método de análisis</b>
<b>pH</b>	Potenciómetro con electrodo de combinación vidrio-calomelano
<b>Carbón Orgánico</b>	Procedimiento de Walkley-Black
<b>Nitrógeno</b>	Procedimiento micro-Kjeldahl
<b>Capacidad de Intercambio Catiónico</b>	Método de acetato de amonio
<b>Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio</b>	Series estándar, Espectrofotómetro de Absorción Atómica
<b>Fósforo</b>	Bray
<b>Textura</b>	Separación de partículas

<sup>1</sup>Van Reeuwijk, 1999

Se elaboró una base de datos con los siguientes factores tomados como edáficos:

- pH
- Porcentaje de Materia Orgánica

- Nitrógeno Total (%)
- CIC (meq/100 g de suelo)
- K (ppm)
- Na (ppm)
- Ca (ppm)
- P (ppm)
- Porcentaje de Arenas
- Porcentaje de Limos
- Porcentaje de Arcillas
- Clase Textural
- Porcentaje de rocas
- Profundidad del suelo (cm)
- Profundidad del mantillo (cm)
- Profundidad de la hojarasca (cm)

Se utilizó el programa Minitab 15.1.20, para efectuar un análisis de Componentes Principales usando el método de las covarianzas, debido a que los datos presentan cierta homogeneidad y poca variación de media. Con este procedimiento se buscó seleccionar aquellas variables que mejor diferencian a los sitios de estudio y determinar si existía una alta correlación entre las variables para reducir efectos de colinealidad.

Dado que tenían una una correlación mayor a 0.85, se eliminaron las siguientes variables:

- Porcentaje de materia orgánica por tener alta correlación con el porcentaje de nitrógeno total
- Porcentaje de Limos; por tener alta correlación con: Mg, P y el porcentaje de arenas
- Fósforo; por tener alta correlación con potasio, porcentaje de limos

- Mg; por estar altamente correlacionado con pH y nitrógeno total
- K<sup>++</sup> por tener alta correlación con el porcentaje de rocas y P

Se calcularon regresiones lineales con densidad de individuos de laurel y área basal (AB) por sitio como variable respuesta con respecto a las variables edáficas. Adicionalmente se utilizaron gráficas de frecuencias para inferir sobre la relación entre cada factor de sitio y la frecuencia relativa de individuos de laurel por clase de edad y la relación entre la frecuencia de individuos de laurel por cada factor de sitio dividido en clases. Se obtuvieron las correlaciones de Pearson entre la media del área basal (AB) por intervalo de clase de cada factor edáfico.

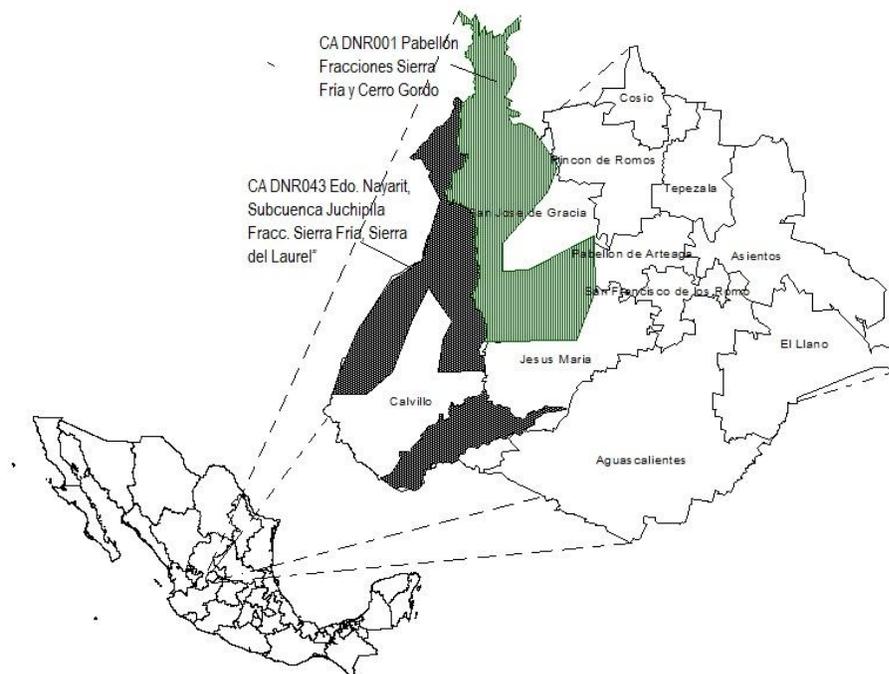
### **1.3.3.LA COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN**

Se relacionaron las especies arbustivas y arbóreas a la presencia/ausencia de laurel mediante un análisis de correspondencia.

## 2. ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Litsea glaucescens* Kunth

### 2.1. ÁREA DE ESTUDIO

Para el caso de la estructura poblacional de *L. glaucescens* se tomaron datos de las regiones denominadas “Sierra Fria” y “Sierra Laurel”, en el estado de Aguascalientes, mismas que pertenecen a las áreas naturales protegidas CA DNR 001 Pabellón, Fracciones Sierra Fria y Cerro Gordo y CA DNR 043 Edo. Nayarit, Subcuenca Juchipila, Fracc. Sierra Fria, Sierra Laurel (Figura 16).

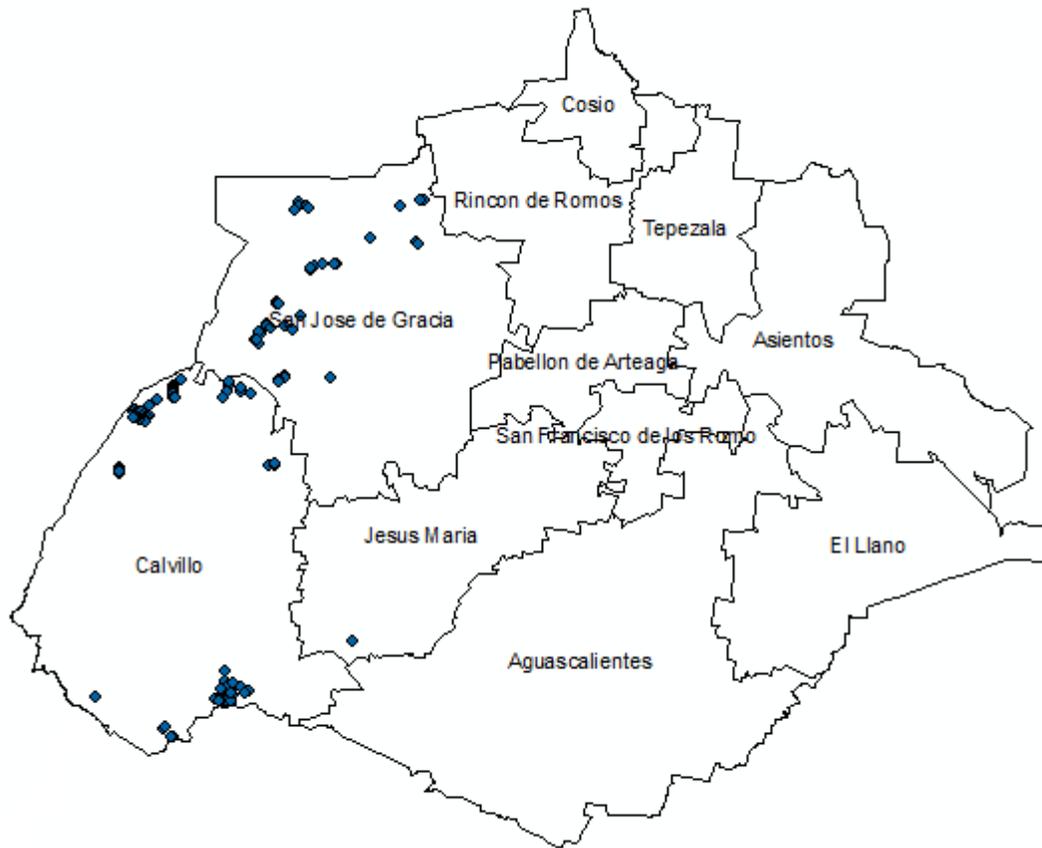


**Figura 16. Ubicación de las áreas naturales protegidas de competencia federal en el estado de Aguascalientes.**

### 2.2. OBTENCIÓN DE DATOS

Se integró una base de datos con coordenadas geográficas de los lugares con antecedentes de la existencia de laurel en el estado de Aguascalientes, mediante recorridos de campo y de reportes de la Comisión Nacional Forestal

(CONAFOR), la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en el estado y otros trabajos realizados con anterioridad (Figura 17).



**Figura 17. Registros de laurel en el estado de Aguascalientes.**

### **2.2.1. ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES DE *Litsea glaucescens* Kunth.**

En los recorridos de campo preliminares se observaron individuos de todas las categorías de edad. Se tomó una muestra aleatoria de individuos de laurel tanto en barrancas de la región denominada Sierra Fría como en la región Sierra Laurel para tener un panorama amplio sobre la estructura poblacional.

Las medidas que se tomaron fueron diámetro basal (15 cm a partir del nivel de suelo) y altura. Con estos datos se analizaron las características de los

individuos de laurel y se propuso una jerarquización por edades (Cuadro 3), la cual se muestra a continuación:

**Cuadro 3. Jerarquización de individuos de laurel por categoría de edad**

Categoría de Edad	Imagen	Descripción
<b>Plántula</b>		Individuo menor a 0.20 metros de altura poco lignificado sin crecimiento secundario.
<b>Juvenil</b>		Individuo mayor a 0.20 metros de altura con lignificación y crecimiento secundario.
<b>Adulto joven</b>		Individuo mayor a un metro de altura con inicios de etapa reproductiva (< 30 % de floración).

**Adulto maduro**



Individuo mayor a 2 metros de altura, > 30 % de la copa con yemas reproductivas o flores.

**Viejo**

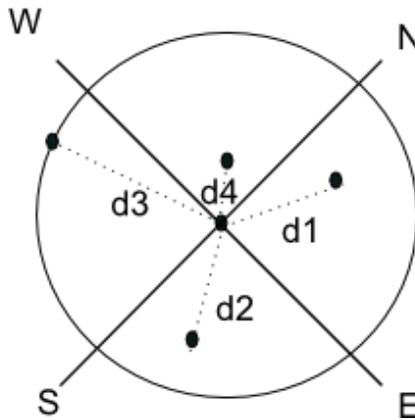


Individuo de más de 3 metros de altura, tronco curvo, con muchos rebrotes basales.

Con el diseño de muestreo para la toma de datos para el análisis de los factores de sitio dentro de “La Barranca del Abuelo” se clasificaron los individuos encontrados en la parcela circular de seis metros de radio de acuerdo con la clasificación anteriormente descrita.

### **2.2.2. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE *Litsea glaucescens* Kunth**

En los transectos del método del cuadrante centrado en un punto (CCP) se muestrearon los individuos arbóreos y arbustivos. Se anotó la altura y el diámetro normal o basal (árbol o arbusto, respectivamente) y la distancia al punto central del cuadrante. En las parcelas circulares (CPC) se censaron los individuos arbóreos anotando diámetro normal (Figura 18). No se muestrearon los individuos herbáceos por considerar que alguna relación con la presencia de otras especies botánicas, estaría mayormente ligada a especies con el mismo hábito de crecimiento.



**Figura 18. Esquema de muestreo por el método de Cuadrante Centrado en un Punto**

Los datos obtenidos por el método de censo en la parcela circular también se utilizaron para analizar la estructura de la comunidad de laurel en la región. Se colectó una muestra botánica para la identificación taxonómica de las especies asociadas.

## **2.3. ANÁLISIS DE DATOS**

### **2.3.1. ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES DE *Litsea glaucescens***

#### **Kunth**

Se correlacionaron las variables área basal y altura de laurel y se elaboraron histogramas de frecuencia. A partir de estos datos se obtuvieron modelos de ajuste para analizar qué variable presenta mayor flexibilidad para el muestreo. Con los datos obtenidos de la parcela circular del diseño para el análisis de los factores de sitio, se elaboraron histogramas de frecuencia relativa por barranca para representar los datos referentes a la estructura de las poblaciones de laurel. Además se elaboraron histogramas de frecuencia relativa para otras barrancas y se obtuvo un histograma de frecuencias global para las poblaciones de laurel en el estado de Aguascalientes.

### 2.3.2. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

Los especímenes de las especies acompañantes fueron prensados, secados, congelados e identificados con ayuda de claves taxonómicas, floras y revisiones. Se utilizó la Flora Fanerogámica del Valle de México (Rzedowski *et al.* 2005), la Flora del Bajío y Regiones Adyacentes fascículos: 49 (Carranza, 1996), 51 (Rzedowski y Rzedowski 1997), 56 (Van der Werff y Loera, 1997), 150 (Andrade *et al.* 2005) y 124 (Rzedowski y Rzedowski, 2004); la Flora de Jalisco (González, 1990; González, 1986), (Rzedowski y Rzedowski, 1998).

También se utilizó la Clave para la identificación de los géneros de la familia Compositae en México (Rzedowski, 1986) y las publicaciones de Standley (1920) y De la Cerda (1989). Los ejemplares se cotejaron con los especímenes depositados en el Herbario Hortorio del Colegio de Postgraduados (CHAPA) y con especialistas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Se compararon los resultados tanto del método del Cuadrante Centrado en un Punto (CCP) como del censo en la parcela circular (CPC). Con las medidas de los diámetros de las especies encontradas tanto en la parcela circular (CPC) como con el método CCP, fue posible obtener el Índice del Valor de Importancia con base en los valores relativos de: densidad, frecuencia y dominancia.

Cálculos para obtener el Índice de Valor de Importancia con los datos obtenidos mediante el método de Censo en Parcela Circular (CPC):

$$Densidad = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Densidad para una especie}}{\text{Densidad para todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total de Área Basal/ Cobertura Aérea}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de parcelas en que ocurrieron las especies}}{\text{Número total de parcelas muestreadas}}$$

*Frecuencia Relativa*

$$= \frac{\text{Valor de frecuencia para una especie}}{\text{Total de los valores de frecuencia para todas las especies}} \times 100$$

*Índice de Valor de Importancia*

$$= \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Cálculos para obtener el Índice de Valor de Importancia con los datos obtenidos mediante el método de Cuadrante Centrado en un Punto (CCP):

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Unidad de área}}{(\text{Distancia promedio de la planta al punto})^2}$$

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Densidad para una especie}}{\text{Densidad para todas las especies}} \times 100$$

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

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

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de puntos en los que ocurren las especies}}{\text{Número total de puntos muestreados}}$$

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Valor de frecuencia para una especie}}{\text{Total de valores de frecuencia para todas las especies}} \times 100$$

*Índice de Valor de Importancia*

$$= \text{densidad relativa} + \text{dominancia relativa} + \text{frecuencia relativa}$$

Se hicieron gráficas de barras con el valor del Índice de Valor de Importancia de cada especie para identificar las especies más representativas por método de muestreo y por barranca.

### **3. LITERATURA CITADA**

Andrade, M. G., Rzedowski, G. C. de, Camargo-Ricalde, S.L., Grether, R., Hernández, H.M., Martínez-Bernal, A., Rico, L., Rzedowski, J., y Sousa, S. M., 2005. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 150. Familia Leguminosae, Subfamilia Mimosoideae. Coordinadora general Rosaura Grether. Departamento de Biología, División de CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México, D.F.

Brown, D., 1954. Methods of Surveying and Measuring Vegetation. Bulletin 42 Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley, Berks. 223 p.

Carranza, G. E., 1996. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 49 Garryaceae. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). 2008. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. Aguascalientes, Ags. México. 389 p.

De la Cerda, L.M., 1989. Encinos de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 84 p.

FAO. 2004. Inventario forestal nacional manual de campo. [En línea] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Guatemala. [Fecha de consulta: 4 de noviembre de 2013]. Disponible

en:

<http://www.fao.org/docrep/008/ae578s/AE578S00.htm#TopOfPage>.

González, V.L.M, 1986. Contribución al Conocimiento del Género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Colección Flora de Jalisco. Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara.

González, V.L.M, 1990. Las Ericáceas de Jalisco, México. Colección Flora de Jalisco. Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara.

Hopkins, S.S., y Verne, B.B. 1982. *Ecología Forestal*. A.G.T. Editor.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI, 1976. Mapa Raster de Climas, Escala de Referencia 1:1 000 000 (Resolución Espacial 250 m).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1998. Base de Datos Geográficos. Diccionario de datos de la carta edafológica 1:50,000. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2000. Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico Escala 1: 250 000 Serie II, en formato digital. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2001. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional escala 1:1'000,000 Serie 1. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2002. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional escala 1:1'000,000. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2004. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Modelo Digital de Elevación. Continuo Nacional escala 1:50,000. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2009. Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del suelo y Vegetación, Escala 1:250000 Serie IV (Conjunto Nacional), Aguascalientes, México.

Martín, R.J. 2005. Diseños de muestreo (II). Nure. Investigación, 12: 7 pags., sin número.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Bolivia. pp. 9, 10, 12, 24, 25, 28.

Newton, A.C., 2007. Forest Ecology and Conservation. A handbook of techniques. Oxford University Press.

Pettifer, E. y Kay, P.M. 2012. The effects of flood defences on riparian vegetation species richness and abundance. *Water and Environmental Journal* 26:343-351.

Rzedowski J., y Rzedowski, G. C. de. 1998. Dos especies de Ambrosia (Compositae, Heliantheae) adventicias en el centro de México. *Acta Botánica Mexicana* 43: 57-66.

Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán.

Rzedowski, G. C. de, y J. Rzedowski. 2004. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 124. Oleaceae. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán.

Rzedowski, J., 1986. Claves para la Identificación de los Géneros de la Familia Compositae en México. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Instituto de Investigación en Zonas Desérticas. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C.

Rzedowski, J., y Rzedowski, G. C. de, 1997. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 51. Familia Leguminosae. Subfamilia Caesalpinioideae. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán.

Sosa-Ramírez, J., Moreno-Rico, O., Sánchez-Martínez, G., Siqueiros-Delgado, M.E., Díaz-Nuñez, V. 2011. Ecología y fitosanidad de los encinos (*Quercus spp.*) en la Sierra Fría, Aguascalientes. *Madera y Bosques* 17 (3):49-63.

Standley, P.C., 1920. Trees and Shrubs of México. Contributions from the United States National Herbarium 23: 1-1721.

Van der Werff, H., y Loera, F., 1997. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 56. Lauraceae. Missouri Botanical Garden, Saint

Louis, Missouri, U.S.A. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México, México, D.F.

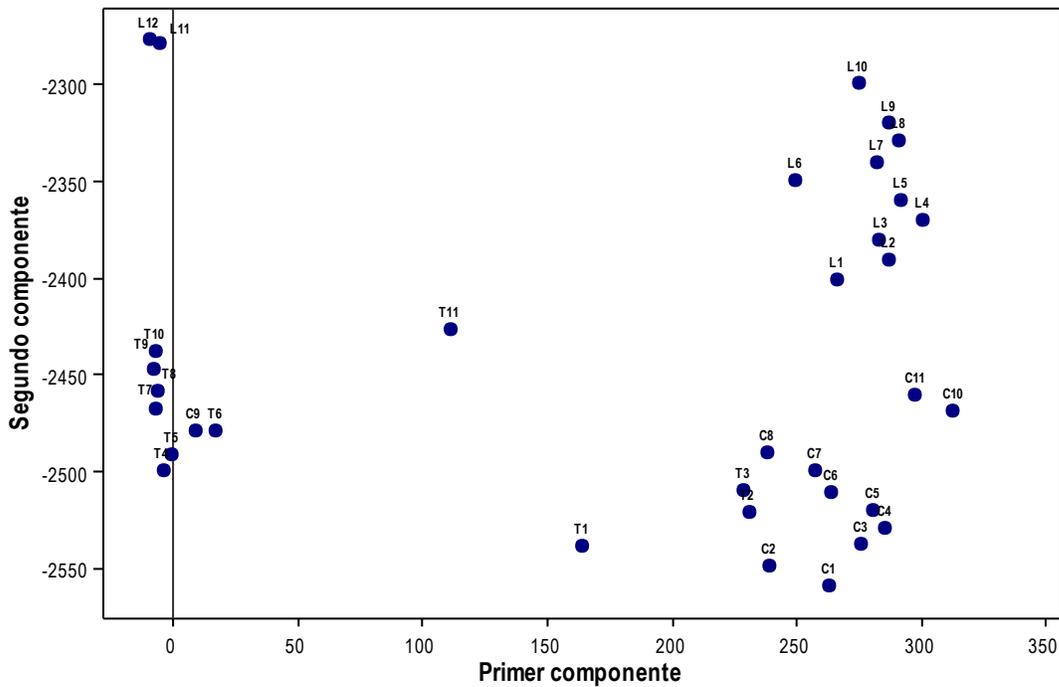
Van Reeuwijk, L.P. 1999. Procedimientos para Análisis de Suelos (Para clasificación y correlación). Traducción de: Ma. Del Carmen Gutiérrez Castorena, Carlos Arturo Tavares Espinosa y Carlos Alberto Ortiz Solorio. Primera Edición en Español, 1999. Especialidad de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 145 págs.

# RESULTADOS

## CAPÍTULO 4. FACTORES DE SITIO

### 1. FACTORES ASOCIADOS AL RELIEVE

Un total de 34 sitios fueron considerados para el análisis de factores asociados al relieve que a su vez estuvieran relacionados con la presencia/ausencia de laurel en el área de estudio. El Análisis de Componentes Principales con base en las variables: porcentaje de luz interceptada (sombra), altitud, pendiente del terreno y exposición nos demostró que tales variables no están correlacionadas; de tal modo que podemos adelantar que no existe colinealidad entre ellas (Figura 19).



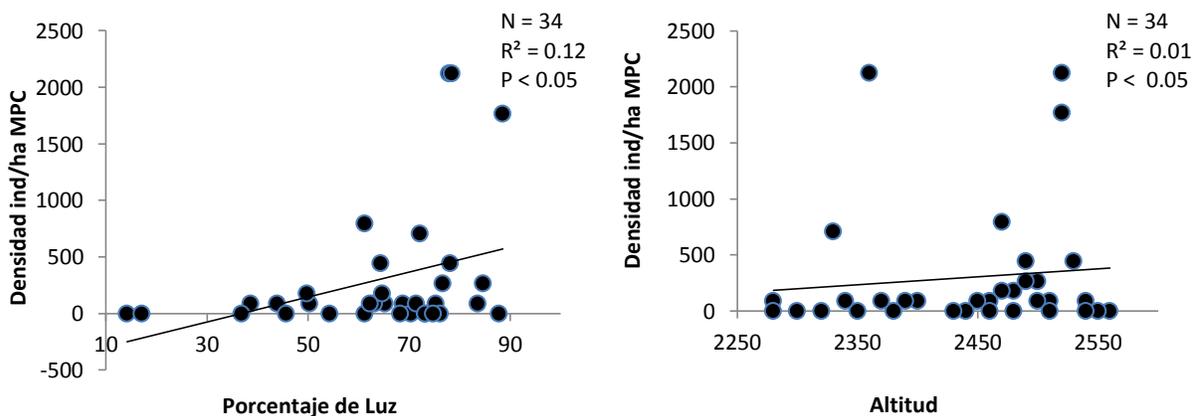
**Figura 19. Análisis de Componentes Principales para las variables: porcentaje de luz, altitud, pendiente del terreno y exposición de la pendiente**

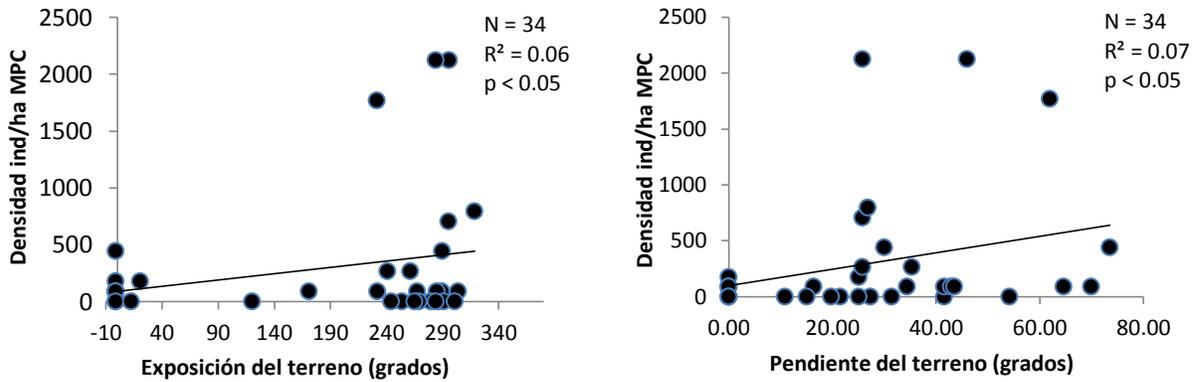
La variable con mayor ponderación en el componente uno fue la exposición, mientras que en el componente dos, fue la altitud (Cuadro 4). Como se puede observar en la Figura 19, existen algunas agrupaciones de los sitios relacionadas con las variables de mayor ponderación. Aun así, estas agrupaciones no denotan alguna diferencia entre sitios con presencia/ausencia de laurel.

**Cuadro 4. Valores de ponderación del análisis de Componentes Principales para las variables relativas al relieve**

Variable	PC 1	PC2	PC 3	PC 4
<b>Altitud</b>	-0.004	-0.999	0.049	0.005
<b>Pendiente</b>	0.073	-0.041	-0.875	0.476
<b>Exposición</b>	0.994	0.001	0.103	0.039
<b>Porcentaje de luz</b>	0.083	-0.028	-0.47	-0.879

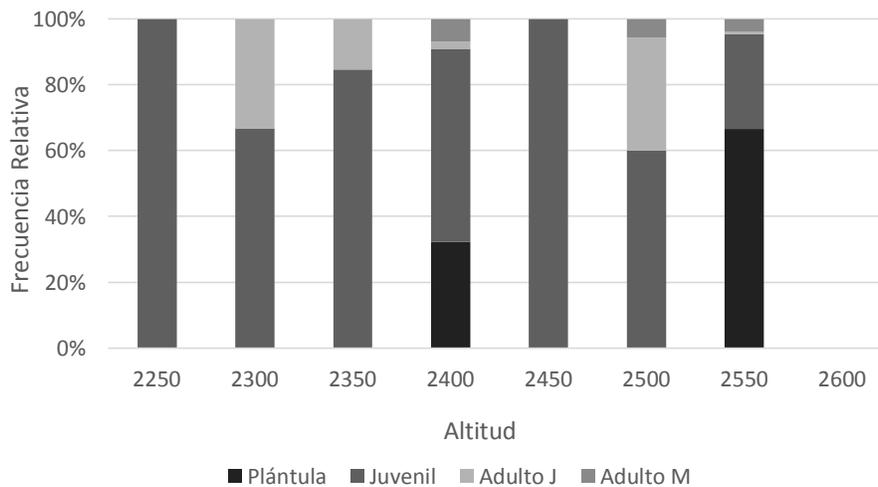
No se encontró relación entre el porcentaje de luz interceptado, altitud, pendiente y la exposición del terreno con la densidad de individuos de laurel y su área basal (AB). Los coeficientes de determinación están muy bajos (Figura 20).





**Figura 20. Regresiones lineales con base en: porcentaje de luz interceptada, altitud, pendiente del terreno y exposición y su relación con la densidad de individuos de laurel.**

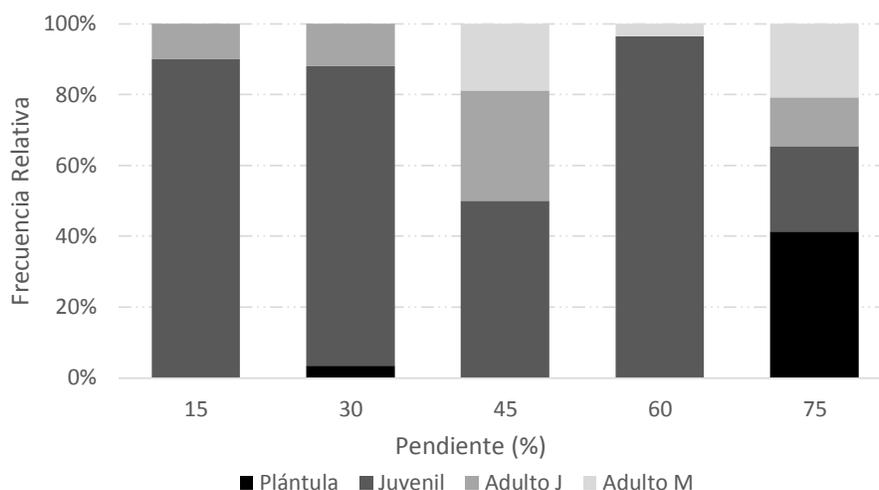
Las gráficas de frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad con respecto a los factores de relieve, mostró ligeras tendencias. En la figura 21, puede observarse un incremento en la abundancia de individuos adultos con respecto a la altitud, existiendo un máximo de individuos adultos a una altitud de 2,500 m y un máximo de plántulas a los 2,550 m.



**Figura 21. Gráfica de frecuencia relativa de individuos por clase de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto a la altitud.**

Las gráficas de frecuencias relativas de inbdivuidos de laurel por clase de edad con respecto a la pendiente mostró una frecuencia moderada de individuos de las categorías juvenil y adultos maduros en un intervalo de pendiente entre 25

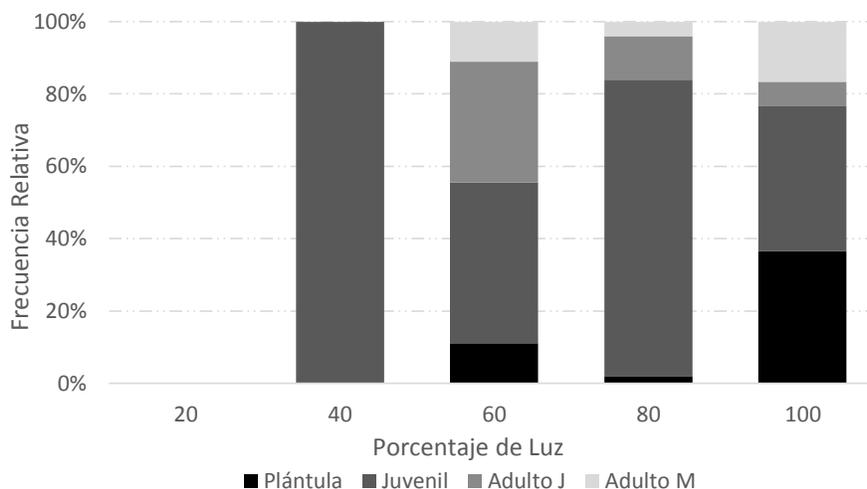
y 35 grados. Para todas las categorías de edad, exepctuando a los juveniles, parece existir una mayor frecuencia de individuos con el aumento de la pendiente (Figura 22).



**Figura 22. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clase de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) respecto a la pendiente en grados**

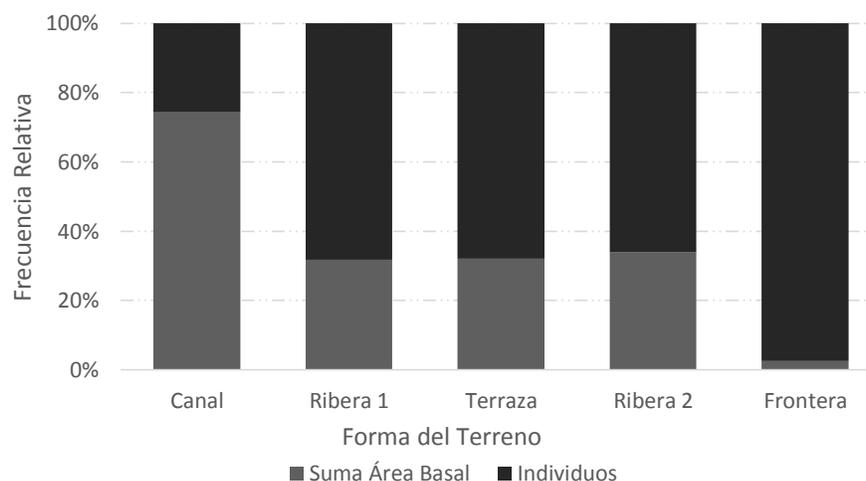
En cuanto a la exposición, existió una mayor frecuencia de individuos de laurel en las categorías de: plántula, juvenil y adulto maduro relacionada con la exposición Oeste. Sólo para el caso de adultos jóvenes existió frecuencia moderada en exposición Norte y en terrenos planos.

Para el caso del porcentaje de luz interceptada por la espesura del dosel y paredes rocosas, se observa una mayor frecuencia de individuos de las categorías juvenil y adulto joven en un porcentaje de luz interceptada del 75 al 85 %. Mientras que se observa una mayor frecuencia de plántulas en un 97 % de luz interceptada (Figura 23).



**Figura 23. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clase de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al porcentaje de luz interceptada**

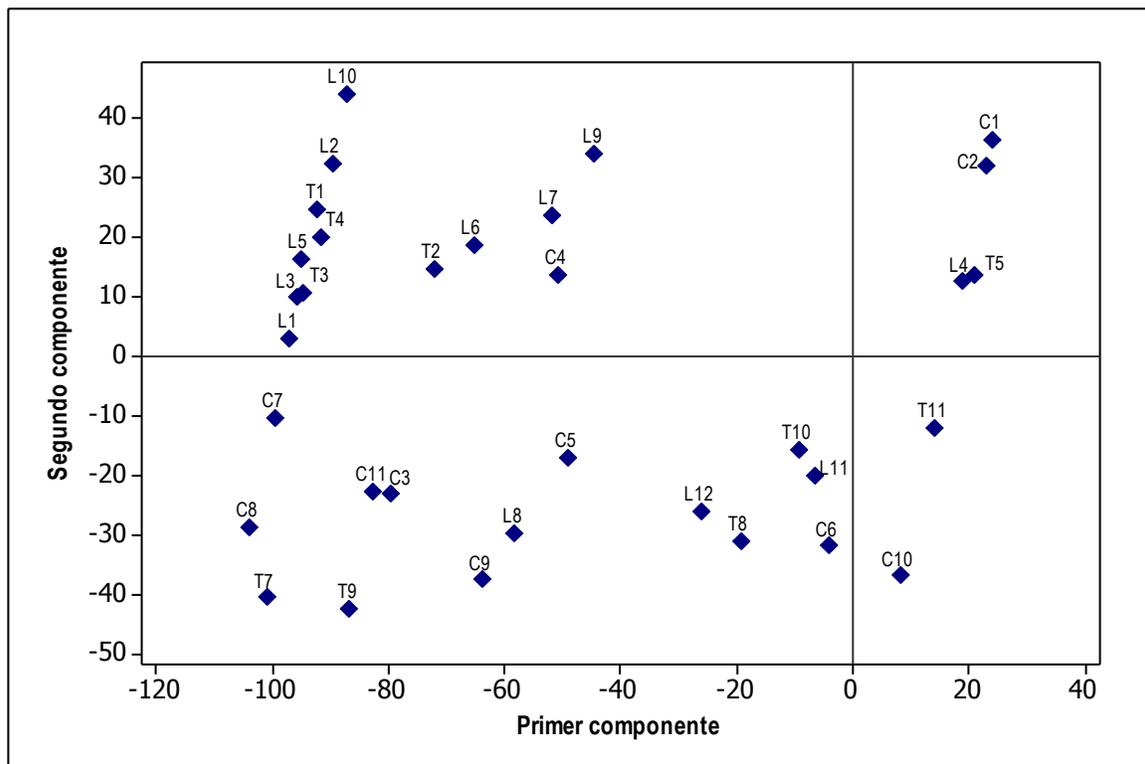
Los datos indican que existe una menor frecuencia de individuos en las categorías dos, tres y cinco (canal, ribera y frontera) en comparación con las categorías uno y cuatro (canal y segunda ribera). Se observa que los individuos presentes en la categoría uno cuentan con mayor área basal en relación a las otras categorías (Figura 24).



**Figura 24. Frecuencia relativa de AB (m<sup>2</sup>/hectárea) y el número de individuos con respecto a la forma del terreno ripícola (1=canal; 2 = ribera; 3= terraza; 4=segunda ribera; 5=frontera)**

## 2. FACTORES EDÁFICOS

El análisis de los factores edáficos incluyó 33 sitios. En el análisis de Componentes Principales (Figura 25) no se observa alguna agrupación de los sitios relacionada con la presencia/ausencia de laurel. Para esta agrupación, la variable con la mayor ponderación en el componente uno fue el porcentaje de rocas, mientras que en el segundo componente fue el porcentaje de arenas (Cuadro 5). La profundidad de suelo y la concentración de Ca en el suelo fueron las variables con mayor ponderación en el componente tres y cuatro respectivamente.



**Figura 25. Gráfica de Componentes Principales para las variables edáficas relacionadas con la presencia/ausencia de laurel**

**Cuadro 5. Valores de peso en cada componente de las variables edáficas**

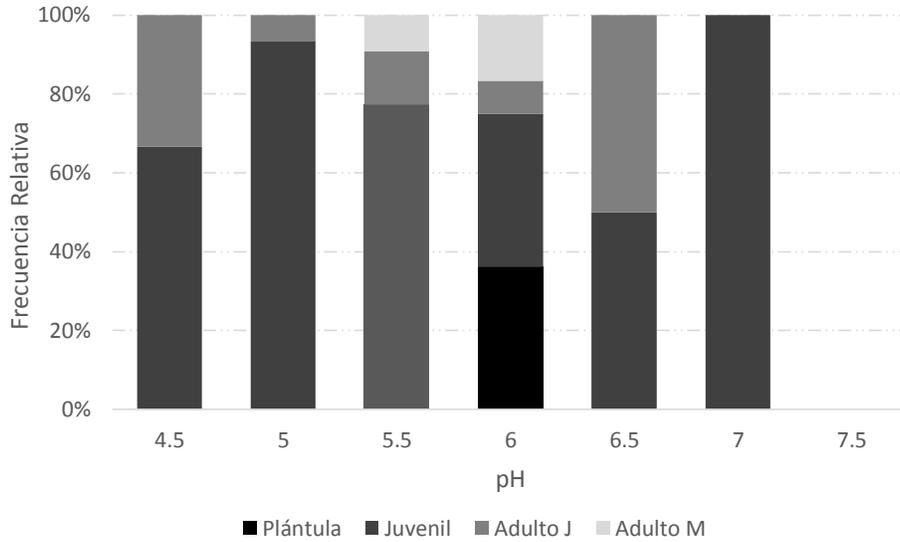
<b>Variable</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>
<b>pH</b>	-0.002	0.012	0.002	0.007
<b>Materia orgánica (%)</b>	0.007	0.046	0.144	0.127
<b>N (%)</b>	0	0.001	0.003	0.002
<b>CIC</b>	0.032	0.135	0.207	0.04
<b>Na</b>	0	0.003	0.003	-0.001
<b>K</b>	0.005	0.019	0.013	0.002
<b>Ca</b>	0.015	0.22	0.566	0.646
<b>Mg</b>	-0.027	0.006	0.026	0.069
<b>P</b>	-0.011	0.039	0.324	0.009
<b>Arenas (%)</b>	-0.155	-0.719	0.001	0.155
<b>Limos (%)</b>	0.147	0.544	-0.063	-0.351
<b>Arcillas (%)</b>	0.008	0.175	0.062	0.196
<b>Textura</b>	0.003	0.007	0.004	-0.002
<b>Rocas (%)</b>	-0.909	0.267	-0.256	0.16
<b>Profundidad de suelo</b>	0.355	0.12	-0.661	0.591
<b>Profundidad de mantillo</b>	0.009	-0.007	-0.008	0.01
<b>Profundidad de hojarasca</b>	0.012	-0.006	-0.017	0.002

El análisis de la correlación entre las variables edáficas advierte que el porcentaje de materia orgánica tuvo una alta correlación con el Nitrógeno (Anexo 2), el porcentaje de limos presentó alta correlación con el Mg, P y el porcentaje de arenas. El P presentó alta correlación con el K y el porcentaje de limos. El Mg tuvo alta correlación con el pH y el Nitrógeno; y el K tuvo alta correlación con el porcentaje de rocas y el P.

Los coeficientes de determinación para la relación entre Área Basal (AB) y las variables edáficas fueron muy bajos (Cuadro 6).

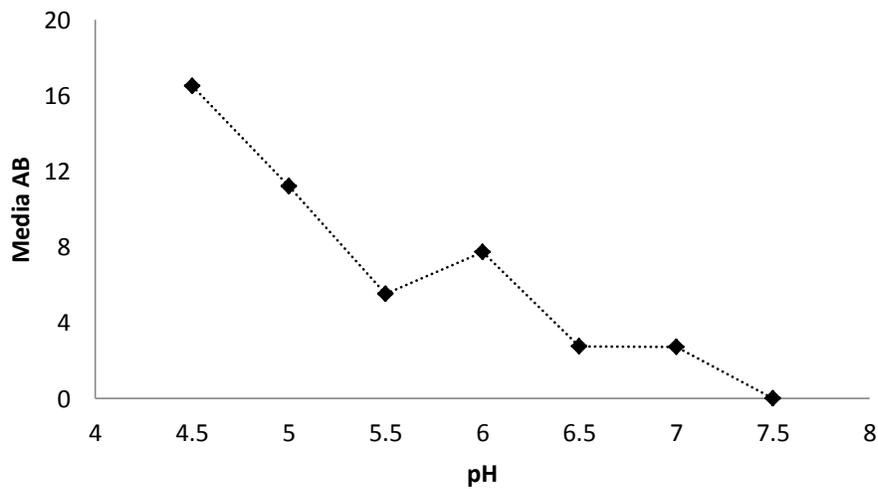
**Cuadro 6. Valores de pendiente, intercepción de la línea, coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y valor de F**

<b>Variables</b>	$\beta_1$	$\beta_0$	<b>Coeficiente de correlación</b>	<b>Coeficiente de determinación</b>	<b>valor de F</b>
<b>pH</b>	-4.4533	32.0972	0.3678	0.1353	0.0352
<b>Materia Orgánica (%)</b>	-0.3173	8.2027	0.1965	0.0386	0.2731
<b>Nitrógeno (%)</b>	-18.5813	8.6864	0.2321	0.0539	0.1937
<b>CIC</b>	-0.1026	7.6770	0.0795	0.0063	0.6602
<b>Na<sup>+</sup></b>	-9.6758	8.4829	0.1447	0.0209	0.4217
<b>K<sup>+</sup></b>	-0.4337	6.9515	0.0688	0.0047	0.7037
<b>Ca<sup>+</sup></b>	-0.0928	7.9465	0.1464	0.0214	0.4164
<b>Mg</b>	-0.0722	7.0669	0.0558	0.0031	0.7580
<b>P</b>	0.1046	5.8425	0.0836	0.0070	0.6436
<b>Arenas (%)</b>	0.0037	6.3071	0.0094	0.0001	0.9585
<b>Limos (%)</b>	0.0035	6.4268	0.0073	0.0001	0.9678
<b>Arcillas (%)</b>	-0.0420	7.1069	0.0405	0.0016	0.8230
<b>Textura</b>	-2.7503	11.9665	0.1299	0.0169	0.4713
<b>Rocas (%)</b>	-0.0068	6.9159	0.0345	0.0012	0.8489
<b>Profundidad de suelo</b>	0.0707	5.4966	0.1730	0.0299	0.3355
<b>Profundidad de mantillo</b>	-0.3586	6.7014	0.0353	0.0012	0.8455
<b>Profundidad de hojarasca</b>	-0.8189	7.2563	0.1284	0.0165	0.4764

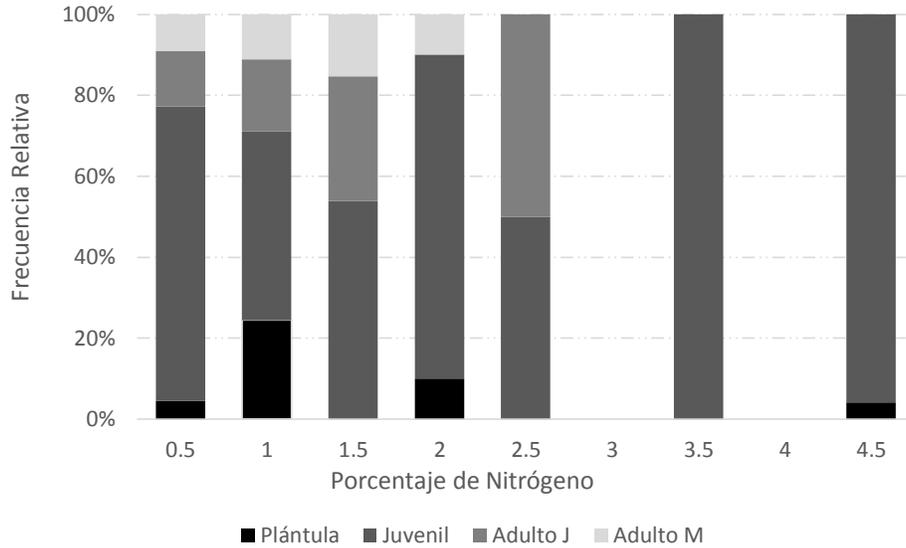


**Figura 26. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al pH.**

Con relación al pH, se observa que hay una mayor frecuencia de individuos, tanto de la población muestreada, en general, como por categoría de tamaños, concentrada en un pH de 6. En la Figura 26 se observa que particularmente las plántulas y los adultos maduros están mayormente representados en este nivel de pH. Existe una relación entre individuos con mayor AB y valores de pH más ácidos (Figura 27).

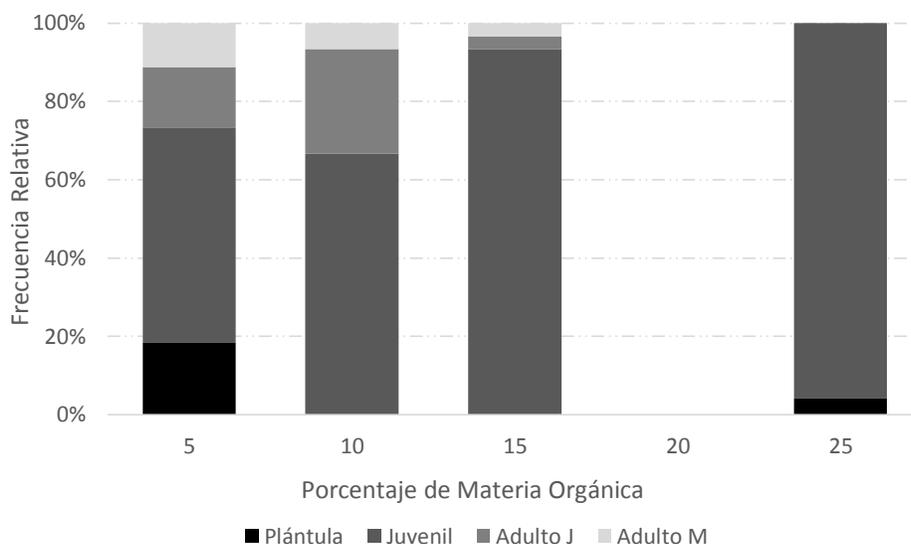


**Figura 27. Media de AB con respecto al pH**

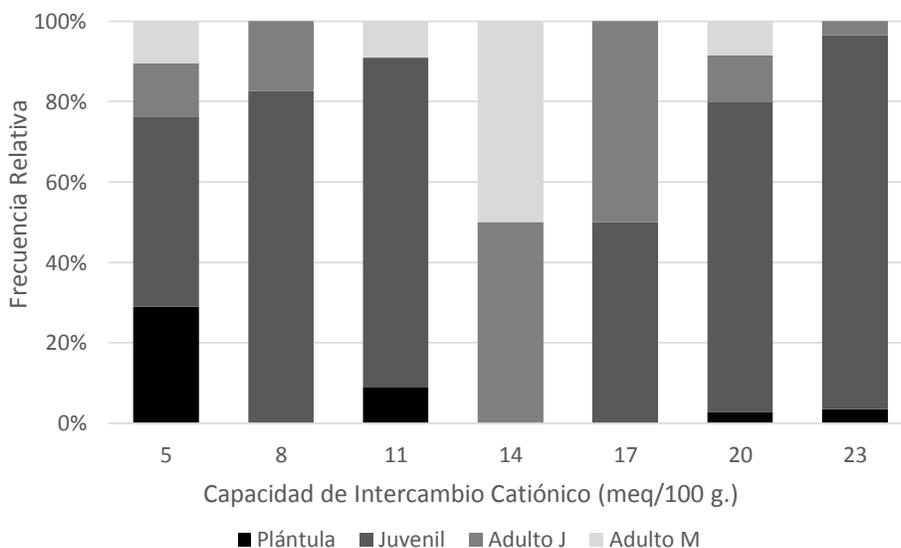


**Figura 28. Frecuencia relativa de individuos de laurel categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto a la concentración de N**

La frecuencia relativa de individuos de laurel parece estar relacionada con concentraciones bajas de nitrógeno ya que en todos los casos (Frecuencia Relativa del total de individuos muestreados, Área Basal y Frecuencia Relativa por categoría de edad) se encuentran más individuos en concentraciones cercanas a las 0.8 % de este nutriente (Figura 28). En cuanto al porcentaje de materia orgánica, la frecuencia de individuos tanto del total de la muestra como de la clasificación por categorías de edad se concentra en el 5 % (Figura 29).



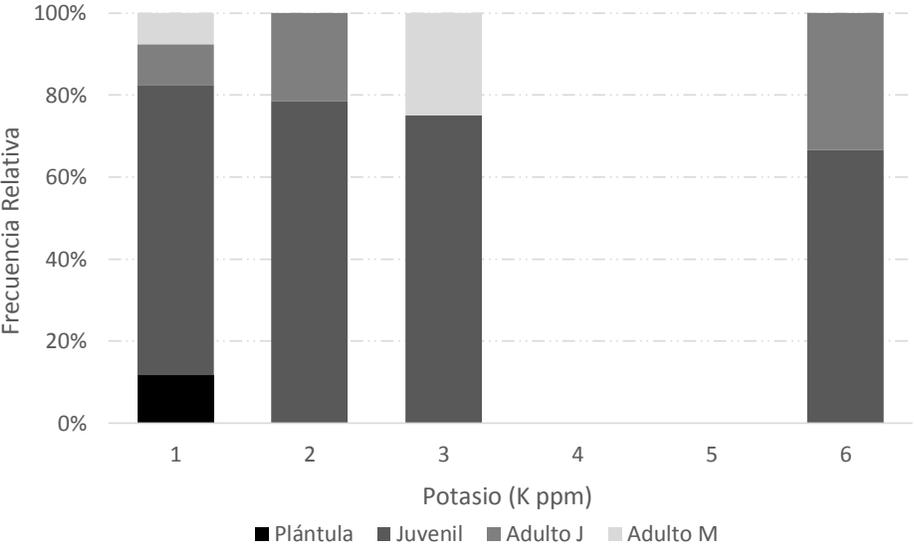
**Figura 29. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al porcentaje de materia orgánica**



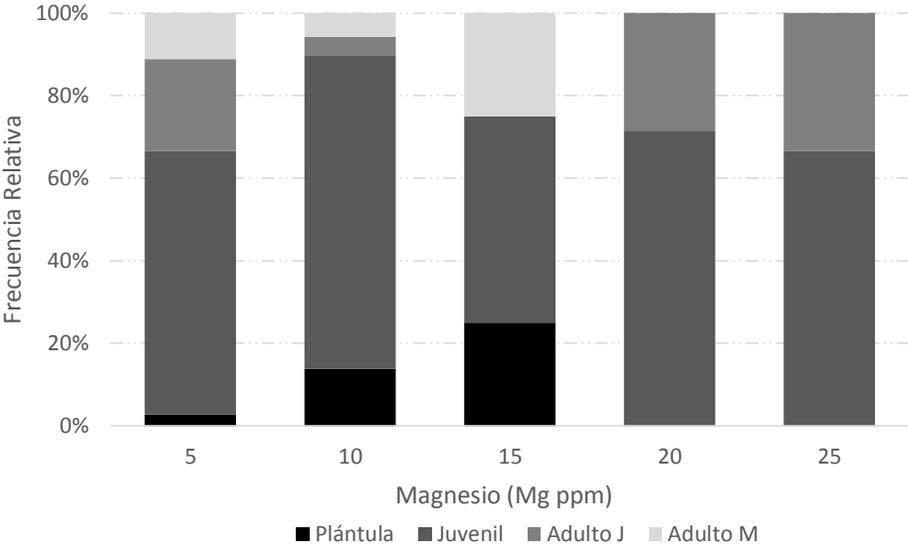
**Figura 30. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto a la CIC.**

La mayor frecuencia relativa de individuos de laurel con respecto a la CIC se concentró en un valor de 5 meq/100 g de suelo, sobre todo para plántulas y adultos maduros. También se observa un aumento en la frecuencia de individuos en valores entre 20 y 23 meq/100 g de suelo (Figura 30). Bajas concentraciones de K (menor a 1 ppm) se asocian con mayor frecuencia de

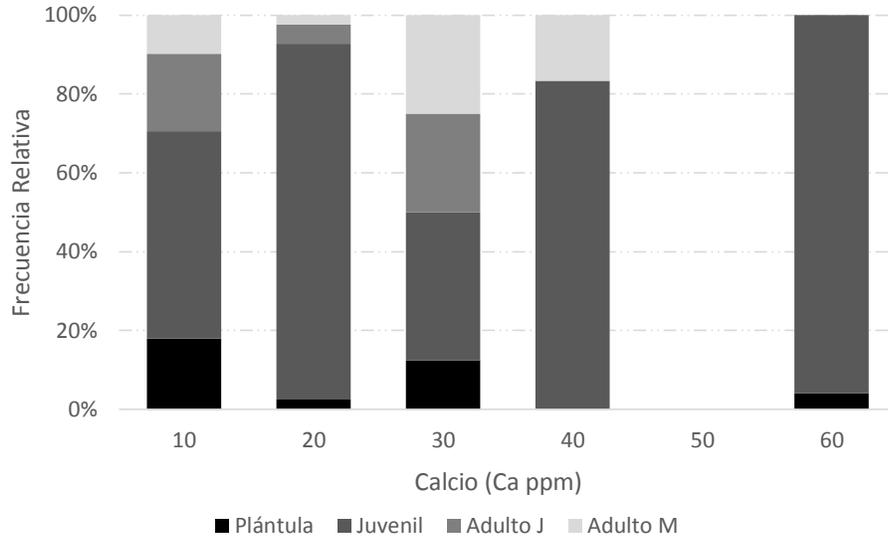
individuos de laurel para todas las categorías de edad y muestra en general (Figura 31).



**Figura 31. Frecuencia relativa de individuos de laurel categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al K (ppm).**

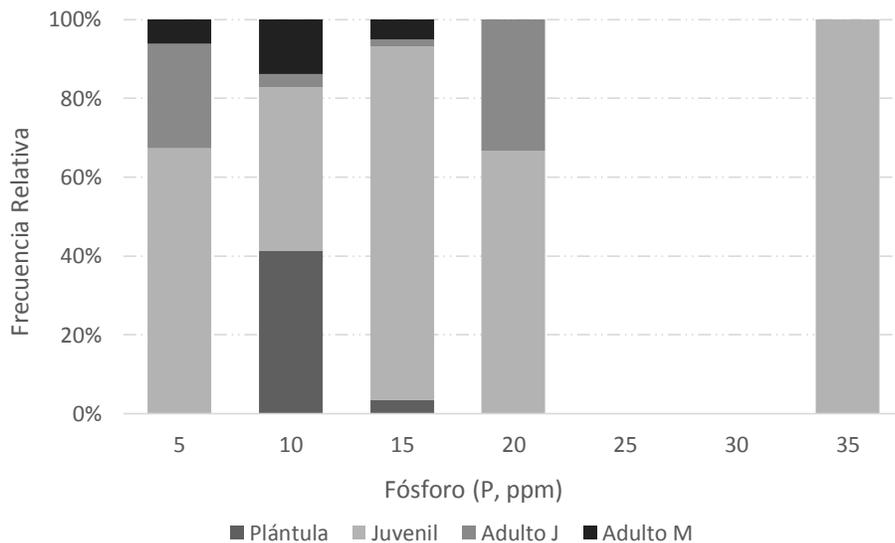


**Figura 32. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad con respecto al Mg (ppm).**



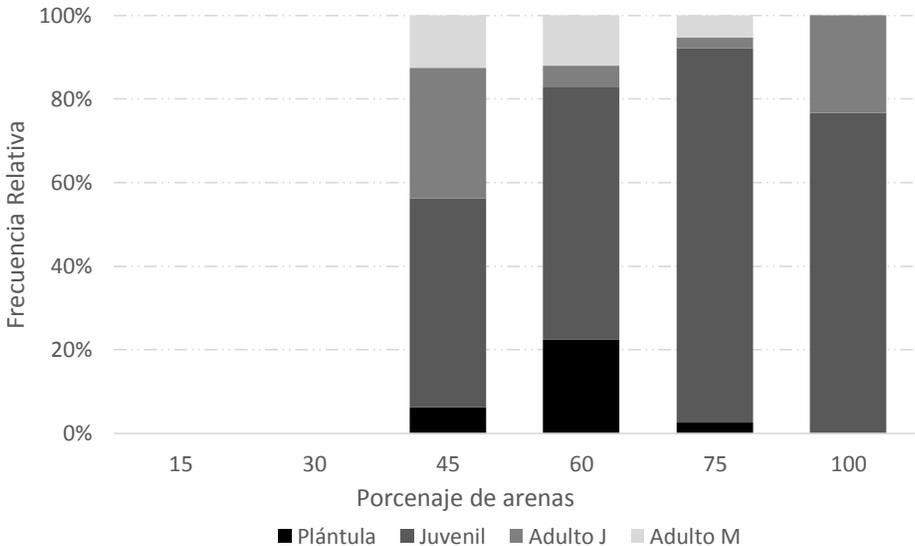
**Figura 33. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al Ca (ppm).**

Se observa una mayor frecuencia de individuos de todas las categorías de edad a bajas concentraciones de Mg, entre 7 y 12 ppm (Figura 32). También se observa que la mayor frecuencia de individuos de laurel se acumula en una concentración de Ca de entre 10 y 15 ppm (Figura 33).

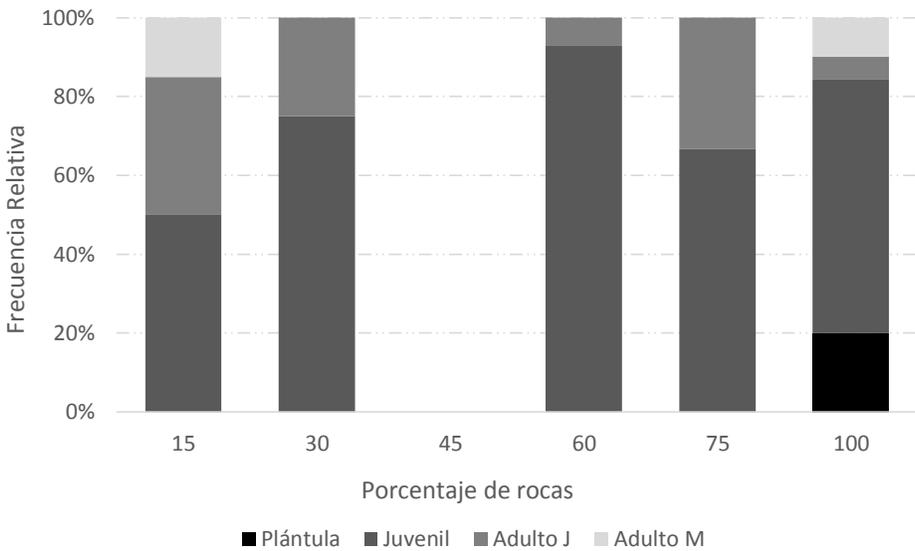


**Figura 34. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al P (ppm).**

La mayor frecuencia de individuos de laurel se observa en concentraciones de entre 10 y 15 ppm de P para todas las categorías de edad. Para el caso de los individuos juveniles, se tienen mas individuos en concentraciones más cercanas a los 15 ppm (Figura 34)., La frecuencia de individuos para todas las categorías de edad se ve concentrada en un porcentaje de arenas de cerca de 60 (Figura 35).



**Figura 35. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al porcentaje de arenas.**



**Figura 36. Frecuencia relativa de individuos de laurel por categoría de edad (plántula, juvenil, adulto joven y adulto maduro) con respecto al porcentaje de rocas del ambiente ripícola.**

Se observa mayor frecuencia de individuos de todas las categorías de edad en porcentajes de rocosidad altos (Figura 36). Se obtuvo una mayor correlación entre el AB y el pH, el porcentaje de materia orgánica y el contenido de nitrógeno. Tomando en cuenta la alta correlación existente entre estas últimas dos variables, en el cuadro 6 se puede observar que el porcentaje de materia orgánica presenta mayor correlación con el AB. Otra variable que obtuvo un valor moderadamente alto de correlación fue el porcentaje de arenas, aunque el valor de P para esta variable es mayor al 0.05.

**Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Pearson entre la media de AB y los factores edáficos**

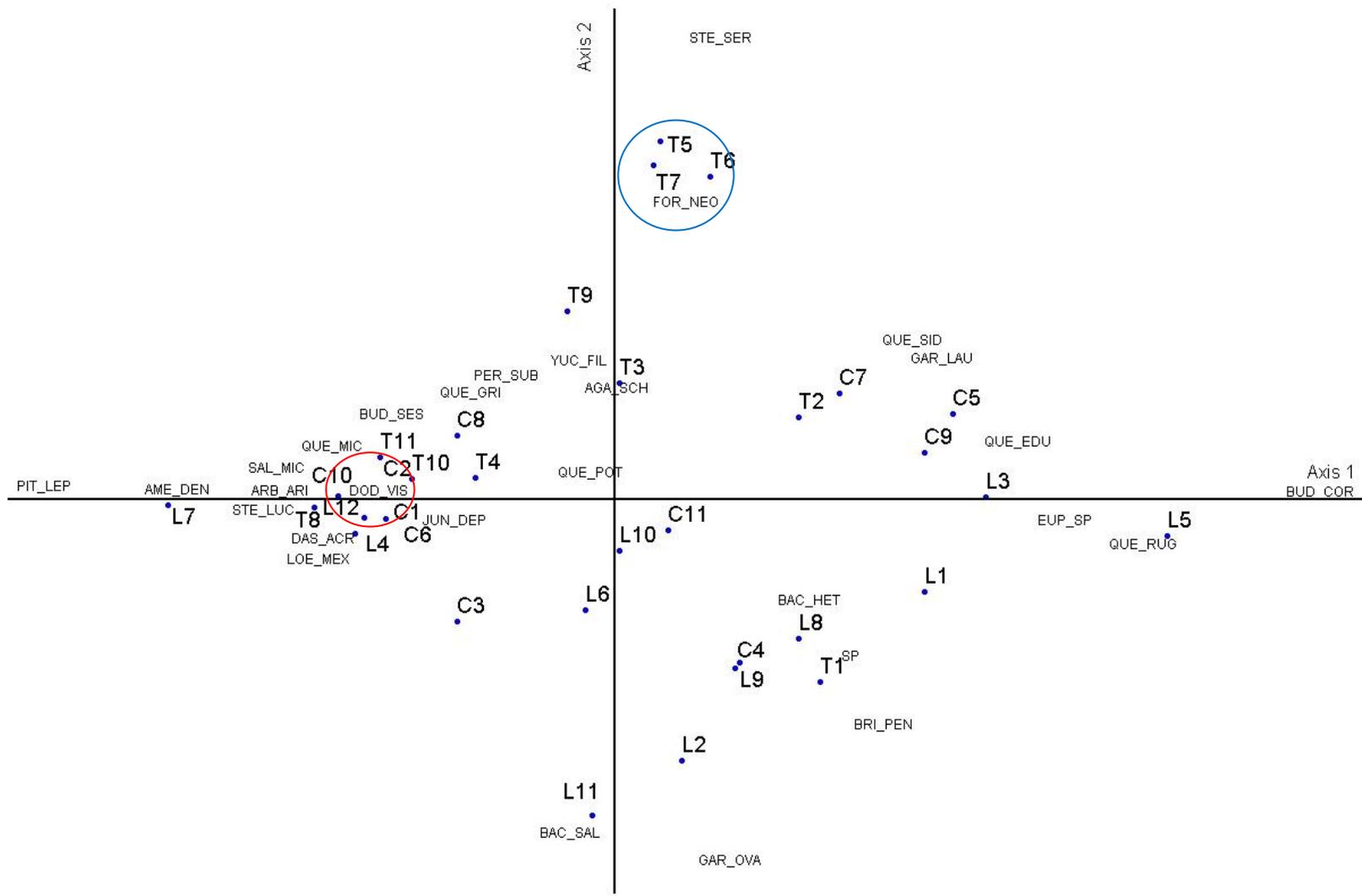
<b>Variable</b>	<b>Correlación</b>	<b>P</b>
<b>pH</b>	-0.937	0.002
<b>MO (%)</b>	-0.951	0.013
<b>N (%)</b>	-0.775	0.014
<b>CIC</b>	-0.23	0.62
<b>Na</b>	-0.479	0.414
<b>K</b>	-0.341	0.509
<b>Ca</b>	-0.621	0.188
<b>Mg</b>	0.044	0.943
<b>P</b>	-0.287	0.532
<b>Arenas (%)</b>	0.701	0.121
<b>Limos (%)</b>	-0.249	0.634
<b>Rocas (%)</b>	-0.05	0.921

P < 0.05

### **3. LA COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN**

Se consideró un total de 34 sitios para el análisis de los factores derivados de la composición botánica asociada. En la gráfica resultante del Análisis de Correspondencia, no se observa una relación clara entre sitios con presencia de laurel. Se observa una relación tenue entre sitios con ausencia de laurel en relación a las especies asociadas.

De este modo se observa una agrupación de las especies: *Buddleja sessiliflora* Kunth, *Dodonaea viscosa* Jacq., *Dasylirion acrotrichum* (Schiede) Zucc., y *Stevia lucida* Lag. (Figura 37, color rojo). Sólo se observó una asociación interesante con *Stevia serrata* Cav., y *Forestiera neomexicana* A. Gray, ya que coincide con una pequeña agrupación de sitios con presencia de laurel (Figura 40, color azul).

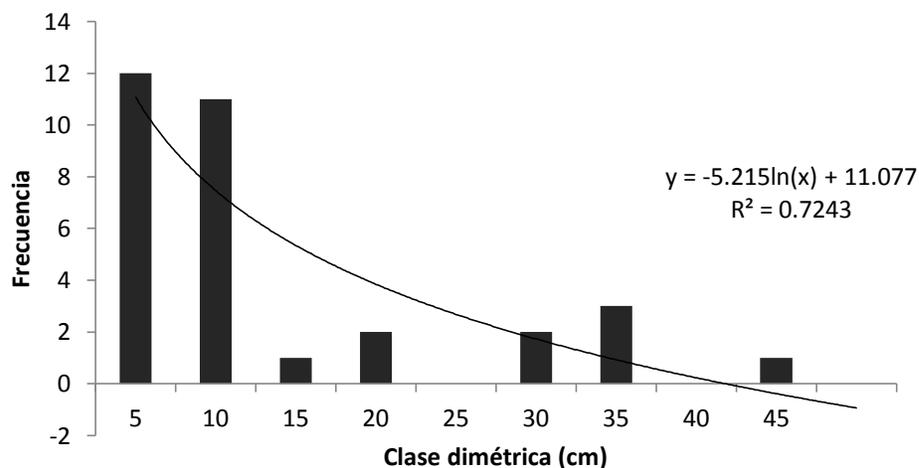


**Figura 37. Resultado del análisis de correspondencia para valores de IVI por especie (Claves de especies Anexo 3)**

## CAPÍTULO 5. ESTRUCTURA DE EDADES DE *Litsea glaucescens* Kunth Y COMUNIDAD ASOCIADA

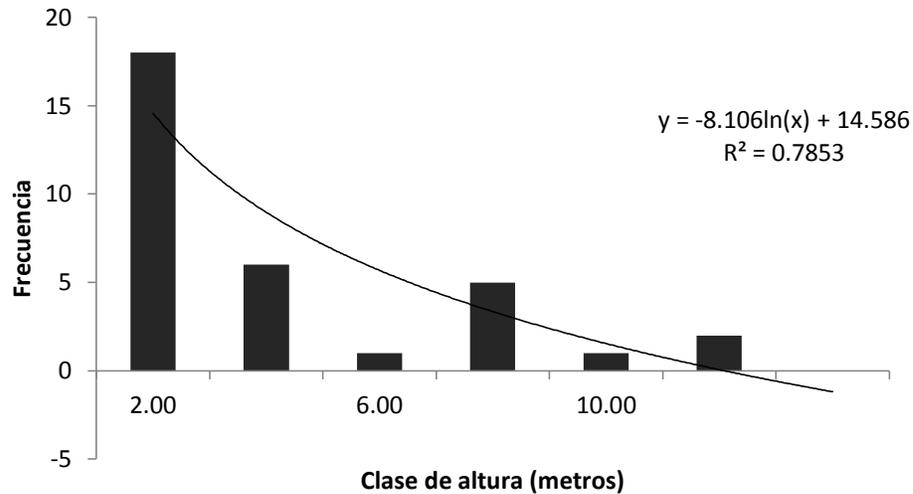
### 1. ESTRUCTURA DE *Litsea glaucescens* Kunth

Se muestrearon ocho barrancas para analizar la estructura de edades de *L. glaucescens* Kunth en el estado de Aguascalientes. Se consideraron tres lechos de barrancas para analizar la estructura de la comunidad asociada a laurel en la Barranca del Abuelo. El coeficiente de correlación para las variables: altura y diámetro, fue de 0.85. El modelo de ajuste de la frecuencia de individuos por clase diamétrica que obtuvo el mayor valor de coeficiente de determinación fue logarítmico (Figura 38). De igual manera, el modelo de ajuste de la frecuencia de individuos por clase de altura fue logarítmico (Figura 39).



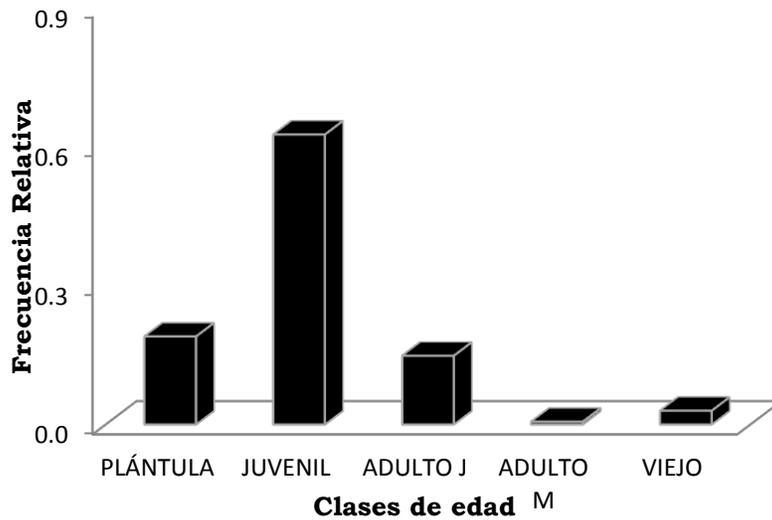
**Figura 38. Gráfica de ajuste de individuos de laurel por categoría diamétrica**

Los valores de los coeficientes de determinación para los modelos de ajuste de ambas variables (diámetro y altura) muestran que el coeficiente obtenido al considerar la altura de la planta es el más alto.

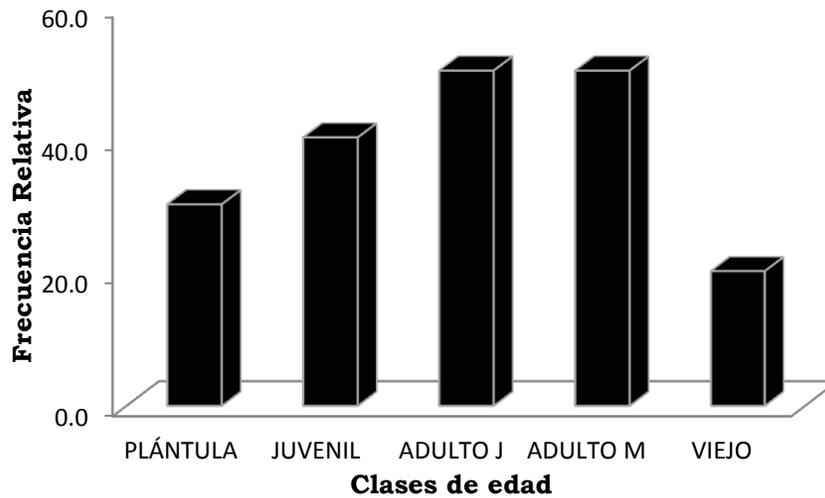


**Figura 39. Gráfica de ajuste de individuos de laurel por clase de altura**

La media de la densidad de individuos de laurel en las tres barrancas (Barranca Cueva Prieta, Barranca el Laurel y Barranca Torrecillas) con el método censo en la parcela circular (CCP), fue de 1,343 ind/ha; mientras que con el método cuadrante centrado en un punto (CPC) fue de 299 ind/ha. Usando el método de CPC, para la Barranca “El Laurel”, el valor medio de densidad fue de 272.62 ind/ha; para la Barranca “Torrecillas” fue de 273.29 ind/ha, y para la Barranca “Cueva Prieta” fue de 353.57 ind/ha. Usando el método de CCP, para la Barranca “El Laurel”, el valor medio de densidad fue de 1,392.72 ind/ha, para la Barranca Torrecillas fue de 2,249.88 ind/ha, y para la Barranca Cueva Prieta fue de 423.43 ind/ha.

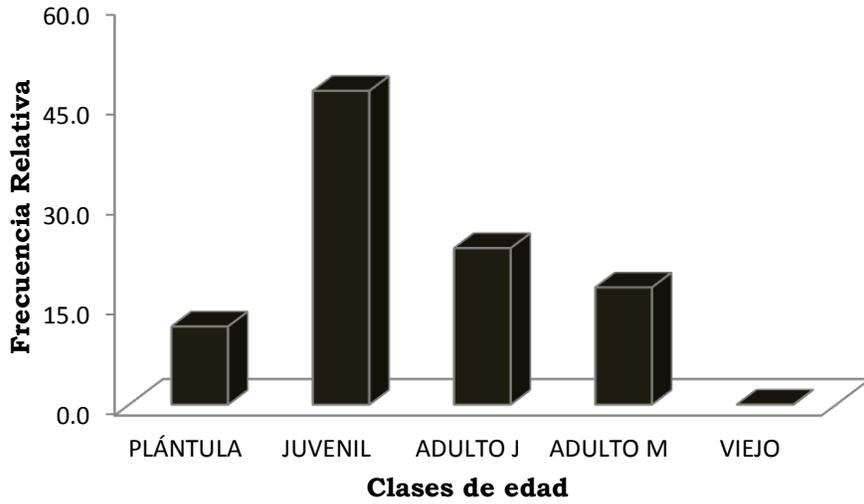


**Figura 40. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en la Barranca “La Culebra” (Sierra Laurel)**

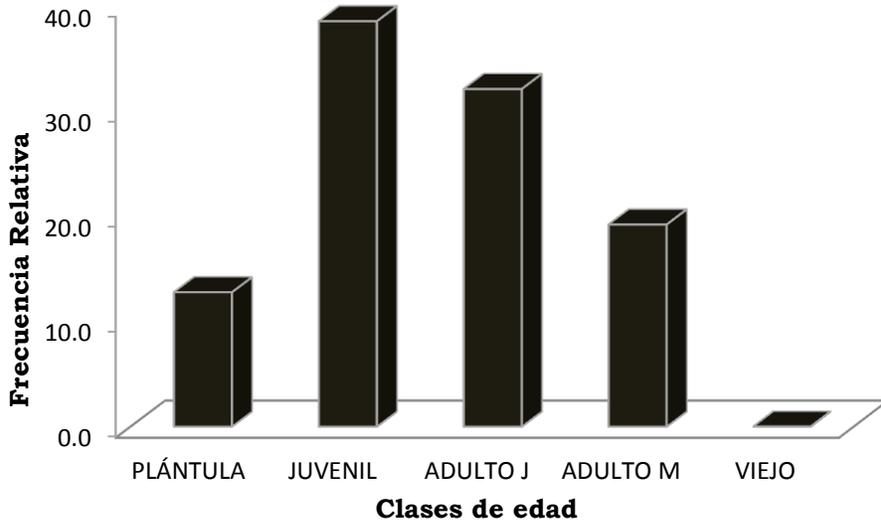


**Figura 41. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en otras barrancas muestreadas (“Las Playas”, “El Roble”, “Las Palmas”, “El Tambor” y el “Pinto”)**

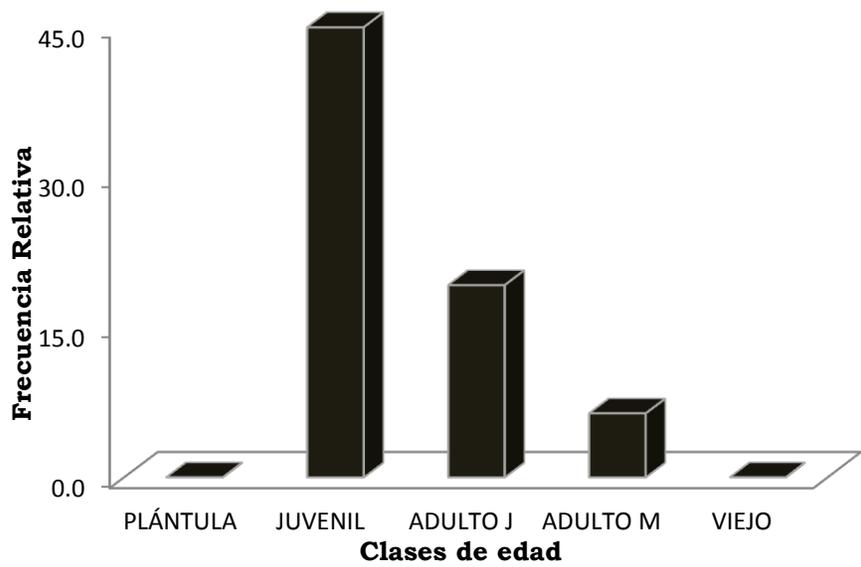
Para la mayoría de las barrancas muestreadas se encontró una mayor frecuencia relativa de individuos juveniles de acuerdo con los criterios de clases de edad establecidos (Figuras 40, 41, 42 y 43). La Barranca “Torrecillas” resultó con la mayor densidad de individuos usando ambos métodos (CCP y CPC).



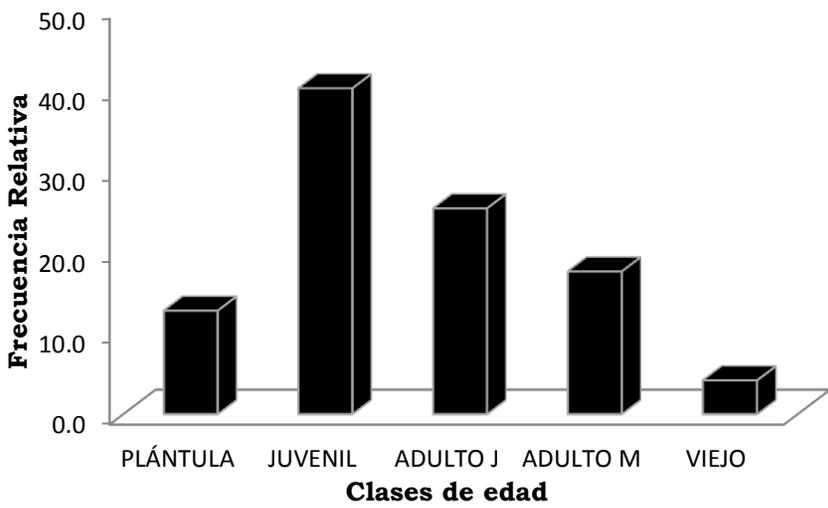
**Figura 42. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en la Barranca “El Laurel”**



**Figura 43. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en la Barranca “Torrecillas”**



**Figura 44. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad en la Barranca "Cueva Prieta"**



**Figura 45. Frecuencia relativa de individuos de laurel por clases de edad considerando todas las barrancas muestreadas**

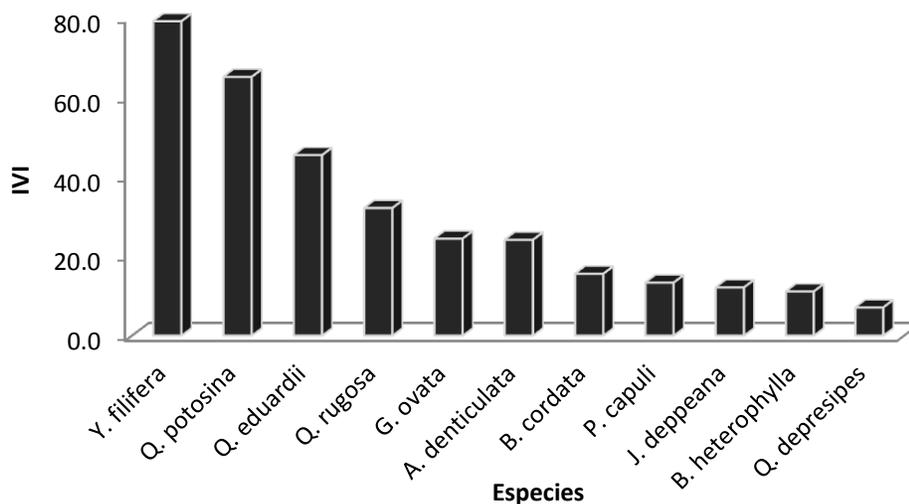
**Cuadro 8. Valores de curtosis y coeficiente de asimetría para los afluentes muestreados**

	<b>Barranca Laurel</b>	<b>Torrecillas</b>	<b>Cueva Prieta</b>	<b>Otras</b>	<b>Culebra</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Curtosis</b>	1.4489	-1.1173	1.5815	-1.4879	3.1789	0.3615
<b>Coefficiente de Asimetría</b>	0.8849	-0.2058	1.4302	-0.5414	1.7207	0.6512

El valor de curtosis en la barranca “Torrecillas” fue el más negativo, mientras que éste descriptor el más positivo para la barranca “La Culebra”. Los coeficientes de asimetría de las barrancas “Torrecillas” y otras barrancas como “El Pinto”, “El Roble” y “La Playa” fueron negativos, mientras que para la barranca “El Laurel”, “La Culebra” y la muestra total de todas las barrancas, éste valor fue positivo.

## 2. COMUNIDAD ASOCIADA

El mayor valor del Índice del Valor de de Importancia (IVI) de las especies arbóreas y arbustivas en el lecho de la barranca “El Laurel” obtenido por el método CPC, fue para la especie *Yucca filifera*, seguida por *Quercus potosina* y *Quercus eduardii* (Figura 46, Cuadro 9).

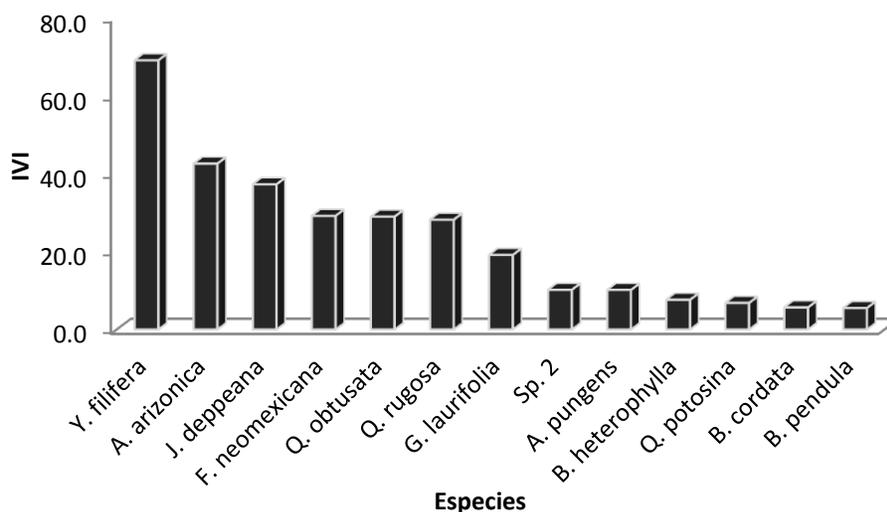


**Figura 46. IVI para especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la Barranca “El Laurel”, por el método censo en la parcela circular.**

**Cuadro 9. Valores de Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Frecuencia Relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la Barranca “El Laurel”, por el método CPC.**

Especies	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia
<i>Yucca filifera</i> Chabau	20.8333	27.3233	30.9222	79.0788
<i>Quercus potosina</i> Trel.	20.8333	25.7506	18.5533	65.1372
<i>Quercus eduardii</i> Trel.	12.5000	14.4559	18.5533	45.5092
<i>Quercus rugosa</i> Née	8.3333	11.4853	12.3689	32.1875
<i>Garrya ovata</i> Benth.	12.5000	5.7824	6.1844	24.4668
<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch	8.3333	3.4631	12.3689	24.1653
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	4.1667	5.2423	6.1844	15.5934
<i>Prunus 104apulí</i> Cav.	4.1667	3.0183	6.1844	13.3694
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	4.1667	1.7951	6.1844	12.1462
<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	4.1667	0.7625	6.1844	11.1136
<i>Quercus depresipens</i> Trel.	0.0000	0.9214	6.1844	7.1058

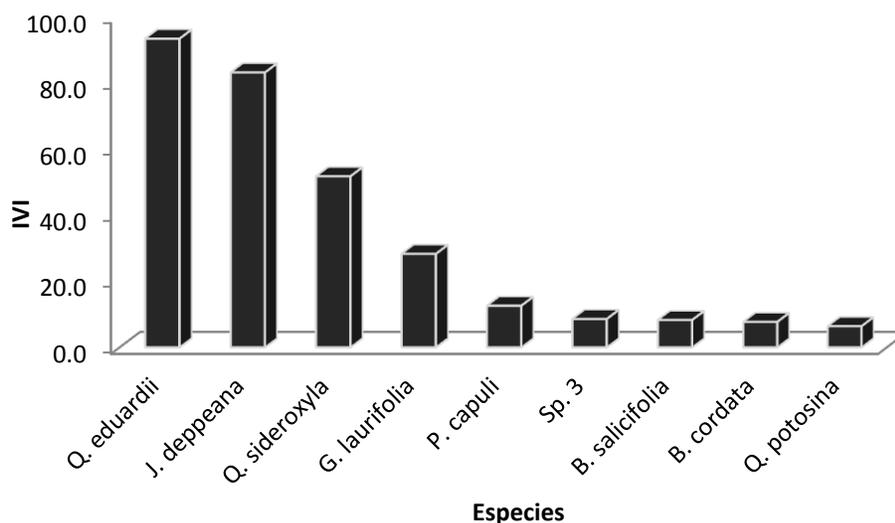
En la barranca “Torrecillas se puede observar de nueva cuenta que el mayor IVI corresponde a: *Yucca filifera*, seguida por *Arbutus arizonica* y *Juniperus deppeana* (Figura 47, Cuadro 10).



**Figura 47. IVI para especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la Barranca “Torrecillas”, método censo en la parcela circular.**

**Cuadro 10. Valores de Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Frecuencia Relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la barranca “Torrecillas”, método CPC.**

Especies	Densidad relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia relativa	Índice del Valor de Importancia
<i>Yucca filifera</i> Chabau	21.277	27.777	20.000	69.053
<i>Arbutus arizonica</i> (A. Gray) Sarg.	12.766	16.478	13.333	42.577
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	12.766	11.156	13.333	37.255
<i>Forestiera neomexicana</i> A. Gray	10.638	8.518	10.000	29.157
<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	10.638	11.651	6.667	28.956
<i>Quercus rugosa</i> Née	6.383	15.119	6.667	28.169
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw.	6.383	2.717	10.000	19.100
Sp. 2	4.255	2.573	3.333	10.162
<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	4.255	2.525	3.333	10.114
<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	4.255	0.000	3.333	7.589
<i>Quercus potosina</i> Trel.	2.128	1.327	3.333	6.788
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	2.128	0.160	3.333	5.621
<i>Brickellia pendula</i> (Schrad.) A. Gray	2.128	0.000	3.333	5.461



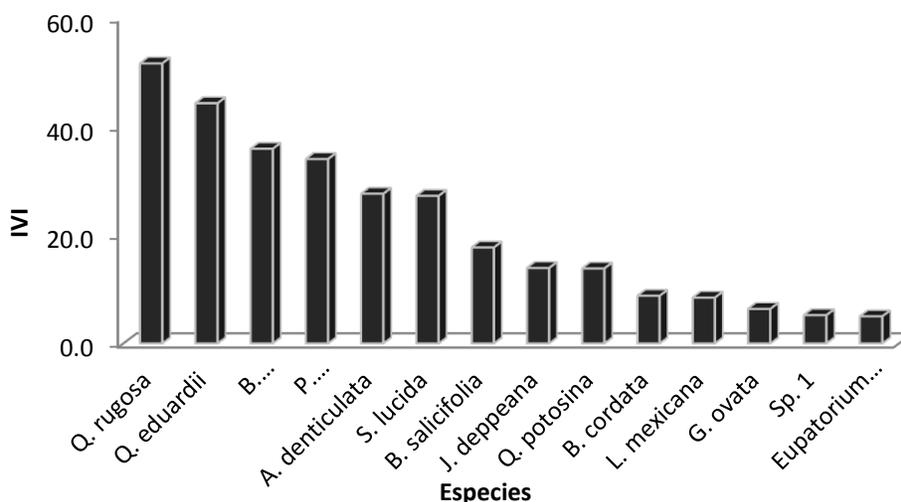
**Figura 48. IVI para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la Barranca “Cueva Prieta”, método censo en la parcela circular.**

En lo referente a la Barranca “Cueva Prieta” la especie *Quercus eduardii* obtuvo el mayor IVI seguida por *Juniperus deppeana* y *Quercus sideroxyla* (Figura 48, Cuadro 11).

**Cuadro 11. Valores de Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Frecuencia Relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la barranca “Cueva Prieta”, por el método CPC**

Especies	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Índice del Valor de Importancia
<i>Quercus eduardii</i> Trel.	29.6875	37.4950	26.0870	93.2694
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	31.2500	30.0974	21.7391	83.0865
<i>Quercus sideroxyla</i> Bonpl.	15.6250	18.7756	17.3913	51.7919
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw.	12.5000	7.1066	8.6957	28.3022
<i>Prunus 106apuli</i> Cav.	3.1250	0.7698	8.6957	12.5905
Sp. 3	3.1250	1.1265	4.3478	8.5994
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1.5625	2.3761	4.3478	8.2864
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	1.5625	1.7837	4.3478	7.6940
<i>Quercus potosina</i> Trel.	1.5625	0.4694	4.3478	6.3797

De acuerdo con los datos obtenidos mediante el método CCP los valores de importancia para la Barranca “El Laurel” están mayormente representados por las especies *Quercus rugosa*, *Quercus eduardii* y *Baccharis heterophylla* (Figura 49 y Cuadro 12).

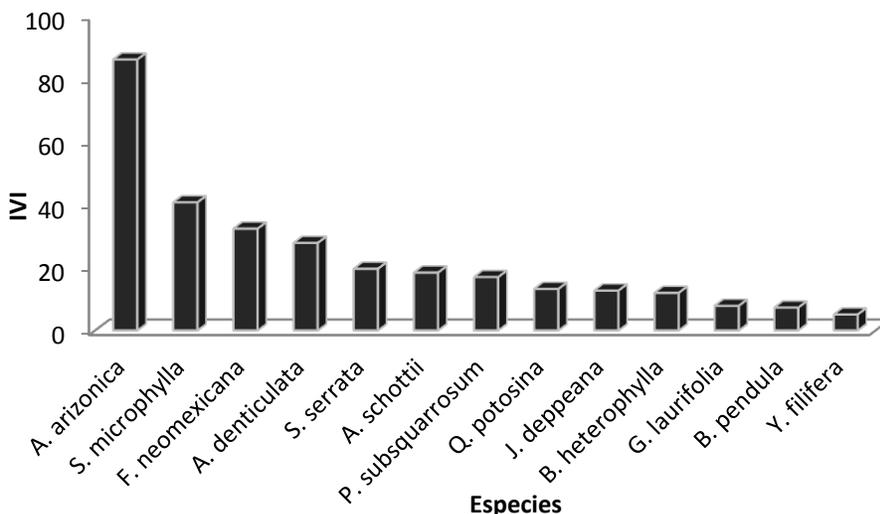


**Figura 49. IVI para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la Barranca “El Laurel”, método cuadrante centrado en un punto.**

**Cuadro 12. Valores de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de ña barranca “El Laurel”, método CCP.**

Especie	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Índice del Valor de Importancia
<i>Quercus rugosa</i> Née	0.922	39.985	10.714	51.621
<i>Quercus eduardii</i> Trel.	4.924	35.797	3.571	44.293
<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	2.487	4.860	28.571	35.919
<i>Pithecellobium leptophyllum</i> (DC.) Daveau	30.468	0.000	3.571	34.040
<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch	24.074	0.000	3.571	27.645
<i>Stevia lucida</i> Lag.	20.098	0.000	7.143	27.241
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2.777	0.638	14.286	17.701
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	1.319	5.458	7.143	13.919
<i>Quercus potosina</i> Trel.	0.622	9.648	3.571	13.842
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	1.592	3.613	3.571	8.777
<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	4.875	0.000	3.571	8.446
<i>Garrya ovata</i> Benth.	2.798	0.000	3.571	6.369
Sp. 1	1.629	0.000	3.571	5.200
<i>Eupatorium sp.</i>	1.417	0.000	3.571	4.988

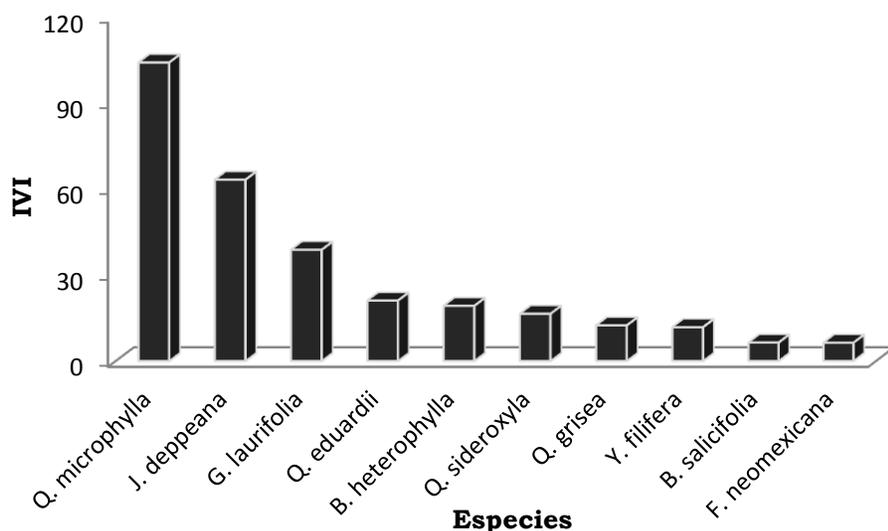
De igual modo, usando los datos tomados con el método CCP para la Barranca “Torrecillas” las especies con el mayor IVI fueron *Arbutus arizonica*, *Salvia microphylla* y *Forestiera neomexicana* (Figura 50 y Cuadro 13).



**Figura 50. IVI para las especies arbóreas y arbustivas en el lecho de la Barranca “Torrecillas”, método cuadrante centrado en un punto**

**Cuadro 13. Valores de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la barranca “Torrecillas”, método CCP.**

Especie	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Índice del Valor de Importancia
<i>Arbutus arizonica</i> (A. Gray) Sarg.	0.530	2.269	83.333	86.133
<i>Salvia microphylla</i> Kunth	24.504	15.431	0.833	40.769
<i>Forestiera neomexicana</i> A. Gray	17.628	13.089	1.667	32.383
<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch	14.956	12.056	0.833	27.845
<i>Stevia serrata</i> Cav.	9.280	9.496	0.833	19.609
<i>Agave schottii</i> Engelm.	8.479	9.077	0.833	18.389
<i>Peryneium subsquarrosus</i> B.L. Rob. & Greenm.	7.563	8.573	0.833	16.969
<i>Quercus potosina</i> Trel.	4.734	6.783	1.667	13.184
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	4.437	6.567	1.667	12.670
<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	3.556	5.879	2.500	11.935
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw.	1.880	4.275	1.667	7.822
<i>Brickellia pendula</i> (Schrad.) A. Gray	2.000	4.409	0.833	7.243
<i>Yucca filifera</i> Chabau	0.452	2.097	2.500	5.049



**Figura 51. IVI para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la Barranca “Cueva Prieta”, método cuadrante centrado en un punto.**

En la Barranca Cueva Prieta los valores del IVI correspondieron a: *Quercus microphylla*, *Juniperus deppeana* y *Garrya laurifolia* (Figura 51 y Cuadro 14).

**Cuadro 14. Valores de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa e Índice del Valor de Importancia para las especies arbóreas y arbustivas en la porción basal de la barranca “Cueva Prieta”, método CCP.**

Especie	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Índice del Valor de Importancia
<i>Quercus microphylla</i> Née	97.809	0.000	6.250	104.059
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	0.241	44.252	18.750	63.242
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw.	0.304	19.788	18.750	38.843
<i>Quercus eduardii</i> Trel.	0.435	14.418	6.250	21.103
<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	0.494	0.000	18.750	19.244
<i>Quercus sideroxylla</i> Bonpl.	0.135	10.100	6.250	16.485
<i>Quercus grisea</i> Liebm.	0.086	6.082	6.250	12.419
<i>Yucca filifera</i> Chabau	0.199	5.359	6.250	11.809
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0.170	0.000	6.250	6.420
<i>Forestiera neomexicana</i> A. Gray	0.128	0.000	6.250	6.378

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES**

### **1. DISCUSIÓN DE LOS FACTORES DE SITIO.**

No se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre factores de sitio y la presencia del laurel. Pero, el análisis de las frecuencias sí arrojó unas tendencias: generalmente, el laurel se encuentra en los sitios relativamente más húmedos y con menos competencia. Los individuos más grandes y abundantes de *L. glaucescens* se conocen del bosque mesófilo; su distribución en sitios húmedos y sombreados en el área de estudio se deriva de este origen (Loera, 2002). Esto coincide con las observaciones en numerosas especies, que tienden a conservar el hábitat (en este caso sitios húmedos) y que son menos competitivos hacia el límite de su distribución (Walter y Breckle, 1985).

Los análisis de componentes principales y regresiones lineales en donde se consideraron sitios con presencia/ausencia de laurel y factores de sitio no manifestaron relaciones claras. Es por ello que no se puede precisar, de manera categórica, qué factores están determinando la presencia/ausencia de laurel en la región.

Se sugiere que una extensión de los muestreos hacia las laderas o a otras barrancas contrastantes marcaría mejor las tendencias. Pero, esto no fue posible por razones prácticas. Sí se mostró que existen poblaciones grandes y casi continuas en los sitios adecuados cerca de los arroyos, contrariamente a lo documentado previamente en la literatura, y esperado para este trabajo.

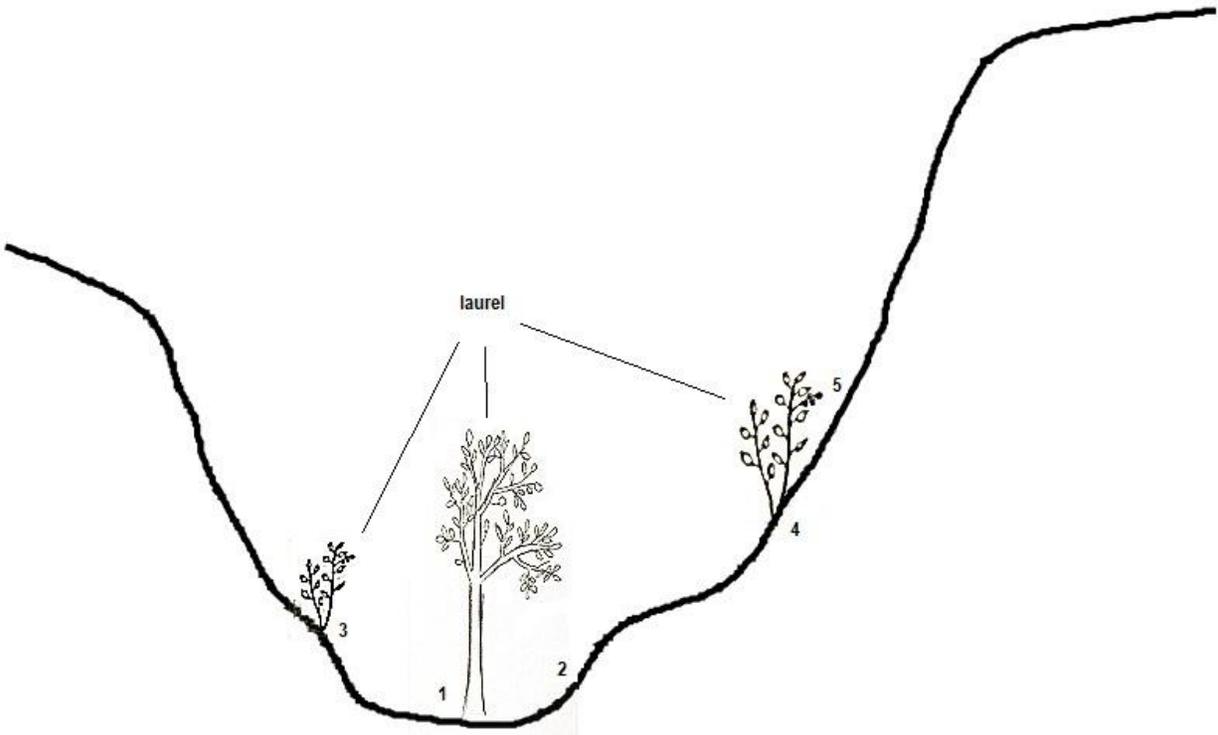
También existe repoblación natural. La fragmentación natural e inducida aún no ha interrumpido las tareas de conectividad e integridad que hacen posible que la cobertura siga siendo natural y siga abriendo posibilidades para laurel

y especies acompañantes. Por lo que la situación legal, de historia de manejo, de gestión de incidentes y de régimen de perturbaciones ocurrido, muestra claras señales de continuidad.

La altitud es uno de los factores más importantes que determinan la distribución de las especies y está relacionada con la variación en temperatura y humedad a través de un gradiente (Soethe *et al.*, 2006). Existe mayor frecuencia de individuos entre los 2,500 y los 2,550 msnm. Lo anterior puede estar relacionado con la humedad relativa, pero también con la forma del terreno, debido a que es en ésta altitud en donde se encuentran los sitios con mayores pendientes casi en la cima de las mesetas, que ofrecen menos competencia por otras especies.

Es probable que esta misma razón explique el hecho que las pendientes empinadas favorecieran la presencia de laurel en todas sus categorías de edad. La frecuencia de plantas con exposición hacia el oeste se debe, probablemente, a que 75% de las muestras lo tenía. El porcentaje de luz interceptada también estuvo relacionado con el ambiente rupícola donde habita esta especie. La alta presencia de plántulas en sitios con mayor porcentaje de luz interceptada, sugiere que las semillas requieren un porcentaje mínimo de luz para su germinación, pero sí humedad.

Los individuos más grandes se encontraron dentro del cauce de los arroyos, pero no eran muy frecuentes. Es probable que el cauce sea un sitio favorable en la mayor parte del año, pero que las plántulas tengan que superar la corriente fuerte y estacional. En general, se observa que la mayoría de los individuos se concentran en la categoría 4, que corresponde a la ribera o en casos de barrancas muy profundas, a la pared rocosa (Figura 54).



**Figura 52. Esquemmatización ubicación de laurel por formas del terreno ripario.**

La falta de capacidad de competencia también se observa en relación con los factores de suelo: el laurel generalmente crece en sitios desfavorables. El pH ligeramente ácido es uno de los factores edáficos más importantes que aparecen junto con laurel. Esta especie sobrevive con bajos porcentajes de materia orgánica en el suelo y bajos niveles de CIC, lo cual a su vez está relacionado con bajos niveles de K, Mg, Ca y P. Igualmente, se explica el crecimiento en sitios con altos porcentajes de arenas (60 %) o de rocas (> 90 %); en la región aparece como planta rupícola.

Para algunas especies rupícolas, particularmente las cactáceas, se ha observado que el hábitat, el suelo somero y las corrientes de agua proporcionan riesgo a las poblaciones de esas especies (Flores-Martínez *et al.*, 2010). Pero, esto no parece así en la región de estudio. El laurel presenta adaptación a su hábitat, especialmente sus raíces son profundas. Generalmente se insertan en las grietas de las rocas, lo cual dificulta la

extracción de la planta desde la raíz. Es probable que la supervivencia del laurel en estos ambientes áridos dependa de su capacidad de aprovechar el manto freático.

Laurel es una especie de distribución amplia en nuestro país y Centroamérica, no parece tener alguna relación con otras especies en los estratos arbustivos y arbóreos que determinen su distribución. Existen especies como *Juniperus deppeana*, *Arbutus arizonica*, *Dodonaea viscosa* y *Quercus microphyla*, que son características del paisaje de Sierra Fría y que se pueden encontrar tanto en la mesetas como en las barrancas. La presencia de especies como *Quercus rugosa*, *Forestiera neomexicana*, *Garrya lauriflora*, *Bacharis salicifolia* que son características de los lechos de los arroyos en la región, no necesariamente está relacionada con la de *L. glaucescens* en un sitio.

La distribución espacial de los organismos no es generalmente homogénea en espacio ni tiempo como resultado de la heterogeneidad del hábitat y la complejidad de mecanismos (Chesson, 1998).

## **2. DISCUSIÓN DE LA ESTRUCTURA DE EDADES**

Las clases de tamaños, la distribución espacial y el número de estratos del dosel afectan la complejidad estructural, ya que los bosques maduros tienen mayor diversidad que los rodales jóvenes o las plantaciones, porque ellos proveen un gradiente más amplio de hábitats (Ishii *et al.*, 2004). Hooper *et al.* (2005) consideran a la composición, estructura y función como componentes de la biodiversidad. Elzinga *et al.* (2012) explican que cuando una población contiene un porcentaje alto de individuos viejos o un bajo porcentaje de plántulas o de individuos reproductivos, se encuentra en decadencia.

En nuestra área, la estructura de edades fue muy variable. En general, la mayoría de las barrancas presentaron una mayor frecuencia de individuos juveniles en comparación con otras categorías de edad. Esto demuestra patentemente que las funciones reproductivas y de establecimiento del renuevo están activas y son exitosas. Lo anterior fue observado también por Montañez-Armenta *et al.* (2011), quienes refieren que la recuperación de las poblaciones de la especie en la región, se debe a la política de conservación que se ha implementado en los últimos años. Por su parte Dávila-Figueroa (2011) menciona que los individuos de laurel sólo están ganando edad ontológica.

Allen (1945) observó que para las especies americanas de *Litsea*, algunas poblaciones mantenían un porte bajo debido a la poda frecuente. Pero, este efecto se mezcla con el del ambiente: bajo condiciones desfavorables, por ejemplo sitios secos, aún sin recolecta la planta mantiene un porte bajo y arbustivo. Lo anterior fue constatado en los recorridos de campo, cuando se dificultó la clasificación de los individuos de laurel en categorías de edad, debido a que muchos de ellos presentan floración con portes de tan solo 70 cm de altura. En el caso de podas, los individuos son aprovechados desde la base y es difícil inferir la edad.

Allen (1945) también refiere que los individuos observados de *Litsea* presentan amplia adaptación al aprovechamiento. Los individuos se observan con brotes desde la base. Este hecho se pudo constatar en todas las barrancas del área de estudio, al encontrar gran cantidad de individuos con estas características.

El modelo que presentó mejor ajuste logarítmico fue el obtenido usando los valores de altura de los individuos de laurel. Se sugiere que en futuros trabajos de análisis de la estructura poblacional de esta especie se consideren categorías de tamaño con base en la altura de los individuos, que edades, que son muy difíciles de inferir.

En la mayoría de las barrancas se obtuvo un valor de coeficiente de asimetría positivo para la distribución de tamaños; o sea, hubo más individuos juveniles que adultos. La asimetría es una de los mejores descriptores de distribución de frecuencia para el análisis de las poblaciones ecológicas, ya que refleja la contribución relativa de las categorías de edad a la población total (Meesters *et al.* 2001).

Los valores negativos del coeficiente de curtosis para la barranca “Torrecillas” reflejan una varianza amplia en la distribución de los individuos de laurel por clases de edad. Lo mismo ocurre en algunas otras barrancas como “El Pinto”, “Las Playas” “El Roble” y “Las Palmas”. Según nuestras observaciones, esta variación en el valor de curtosis no tuvo relación con accesibilidad o aprovechamiento, sino con las condiciones ambientales. En las barrancas de “El Laurel”, “Cueva Prieta” y La Culebra”, el valor positivo del coeficiente de curtosis tuvo poca varianza, es decir, una mayor frecuencia de individuos concentrados en la media, en este caso representada por individuos de la categoría juvenil.

Por lo general las poblaciones muestreadas tuvieron una estructura normal con renovación y población juvenil numerosa; es posible que este hecho esté relacionado con las medidas de conservación tomadas en los últimos años. Pero, no es posible afirmarlo con datos, ya que no existen antecedentes documentados.

Es posible que las poblaciones siempre tuvieran una buena renovación, pero fueron percibidos como en decadencia por su bajo porte - lo cual se debe en la mayoría de los casos a las condiciones ambientales (falta de humedad) y no al aprovechamiento. Las observaciones de Dávila-Figueroa (2011) sobre una renovación deficiente se hicieron en sitios muy secos; es bien conocido que las

plantas en el límite de su distribución tienen una reproducción errática (Flores y Jurado, 2003).

La complejidad de la estructura de los bosques, es decir; las clases de tamaños, la distribución espacial y el número de estratos del dosel, afecta la complejidad estructural, ya que los bosques maduros tienen mayor diversidad que los rodales jóvenes o las plantaciones, porque ellos proveen un gradiente más amplio de hábitats (Ishii *et al.* 2004).

El valor de densidad obtenido por el método CPC no refleja de mejor manera la situación real de laurel en las barrancas muestreadas. El método CPC presenta limitaciones para su aplicación, tal que para usarlo con provecho se necesita plantear minuciosamente la inserción de variables al modelo evitando variables que no tengan relación causal con el fenómeno. En este caso no se deben hacer modelados con variable de respuesta ligada a atributos de biomasa, sino a variables que denotan aptitud.

Elzinga *et al.* (2012) explican que cuando una población contiene un porcentaje alto de individuos viejos o un bajo porcentaje de plántulas o de individuos reproductivos, se encuentra en decadencia. Para el caso de las poblaciones muestreadas, la frecuencia de plántulas o individuos viejos, varió dependiendo de las características de los sitios. En cuanto a la estructura de sexos, ésta no se consideró como parte de este trabajo. Dávila-Figueroa (2011) refiere una proporción de sexos de 4:1, en razón de una mayor cantidad de individuos masculinos.

### 3. DISCUSIÓN DE LA COMUNIDAD ASOCIADA

Las comunidades de plantas con alta riqueza de especies tienen una alta resistencia a la invasión por especies exóticas (Planty-Tabacchi *et al.* 1996). El mayor valor del IVI (método CPC) para *Yucca filifera* en la barranca “El Laurel” y “Torrecillas” puede coincidir con la adaptación de esta especie a ambientes pobres en nutrientes. El hecho de que esta especie no se encuentre en la porción basal de la barranca “Cueva Prieta” puede estar relacionado con la altitud a la que se encuentra esta barranca, la cual se sitúa a más de 2,500 m.

Del mismo modo, *Juniperus deppeana* presenta uno de los valores más altos de IVI en el lecho de la barranca “Cueva Prieta” y “Torrecillas” (método CPC). En la barranca “El Laurel”, la cual se ubica a menor altitud, el IVI para esta especie es bajo.

*Yucca. Filifera* presenta el mayor valor del IVI en el lecho de la barranca “Torrecillas” utilizando el método CPC. Con el método de CCP, esta especie ocupa el último lugar en la misma barranca. Del mismo modo, *Salvia microphylla* tuvo el segundo valor más alto de IVI en esta barranca con el método CCP, mientras que con los datos obtenidos por el método CPC, esta especie no fue registrada.

Lo anterior indica para algunos casos, que con el método CCP se invita a dar elevada importancia a la presencia de algunas especies, mientras se subestimó para otras. Lo anterior también depende de los criterios definidos para la toma de los datos.

#### **4. CONCLUSIONES**

El laurel, una especie de amplia distribución en México, se encuentra en las zonas montañosas de Aguascalientes, en las regiones denominadas “Sierra Fría” y “Sierra Laurel”. Se encuentra casi exclusivamente en las barrancas de arroyos clasificados como efímeros. Es una especie que tiene su mejor desarrollo en ambientes muy húmedos, específicamente, en bosques mesófilos.

En la región de estudio está restringida a los sitios con microclima relativamente húmedo; bajo condiciones apropiadas puede ser abundante. Ninguno de los factores analizados (relieve, características del suelo, sombra, vegetación asociada), resultó ser estadísticamente significativo. Pero, en las gráficas de frecuencia sí se observaron algunas tendencias. Los laureles crecen cerca del manto freático, mejor en la sombra y ocasionalmente como rupícolas, posiblemente por tener menos competencia en estos sitios, y a mayores altitudes. No se observó ninguna relación con nutrientes del suelo o con la vegetación acompañante.

Las frecuencias relativas de los factores edáficos como el pH ligeramente ácido y elevados porcentajes de arenas y rocas fueron vistas junto con la presencia de la especie.

En cuanto a la composición de la vegetación, no existió alguna especie en el estrato arbóreo y arbustivo que pudiera interpretarse cercana a la presencia de laurel en el área de estudio. Lo que insinúa que el laurel se distribuye junto con otras especies en la porción basal de las barrancas pero su distribución no se ve vinculada a la presencia/ausencia de otras especies.

Es una especie rupícola ampliamente adaptada a estos ambientes, es tolerante a la sombra y de carácter rupícola. Presenta adaptación al aprovechamiento por generar brotes con facilidad.

Los datos globales sobre estructura de edades permiten inferir que en la actualidad las poblaciones no se encuentran en decremento. Es notorio que existen individuos de todos los tamaños aunque con poca frecuencia de los más grandes, así como de ambos sexos. La presencia de renuevos muestra que el hábitat generalmente es propicio a la reproducción de la especie y así ha sido por muchos años, con algunos limitantes en los sitios más secos.

El potencial de aprovechamiento de *L. glaucescens* en México es alto, aunque aún se requiere recabar información sobre rendimiento, ciclos de crecimiento, contenido de aceites esenciales en diferentes partes de la planta por regiones de distribución, germinación, producción en viveros, establecimiento en plantaciones, etc., para poder hacer aprovechamientos comerciales que lleven a otro nivel la conservación de la especie.

## 5. LITERATURA CITADA

Allen, C.K. 1945. Studies in the Lauraceae VI. Preliminary Survey of the Mexican and Central American Species. *The Arnold Arboretum* 26: 280-434.

Chesson, P. 1998. Making Sense of Spatial Models in Ecology. Modelling Spatiotemporal Dynamics in Ecology. In: Bascompte, J., Sole, R.V. (Eds.), Springer-Verlag, Berlin. Pp. 151-166.

Dávila-Figueroa, C.A. 2011. Estatus poblacional y niveles de aprovechamiento del laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) en Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2(4):47-60.

Elzinga, C.L., Salzer, D.W., Willoughby, J.W. 1998. Measuring and Monitoring Plant Population. Bureau of Land Management. National Business Center. Denver, Colorado, USA.

Flores-Martínez, A., Manzanero-Medina, G.I., Golubov, J., Montaña, C., Mandujano, M.C. 2010. Demography of an endangered endemic rupicolous cactus. *Plant Ecology* 210:53-66.

Flores, J. y Jurado, E. 2003. Are nurse-protégé interactions more common among plants from arid environments?. *Journal of vegetation Science* 14:911-916.

Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J., Wardle, D.A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75:3-35.

Ishii, H.T., Tanabe, S., Hiura, T. 2004. Exploring the relationships among canopy structure, stand productivity and biodiversity of temperate forest ecosystems. *Forest Science* 50:342-355.

Loera, H.F.G. 2002. La familia Lauraceae en el Sur de México: Diversidad, Distribución y Estado de Conservación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71:59-70.

Meesters, E.H., Hilterman, M., Kardinaal, E., Keetman, M., De Vries, M., Bak, R.P.M. 2001. Colony size-frequency distributions of scleratinian coral populations: spatial and interspecific variation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 209:43-54.

Montañez-Armenta, Ma. De la P., Valtierra-Pacheco, E., Medina-Torres, S.M., 2011. Aprovechamiento tradicional de una especie protegida (*Litsea glaucescens* Kunth) en Sierra Laurel, Aguascalientes, México. Universidad Autónoma Indígena de México. *Ra Ximhai* 7(2): 155-172.

Planty-Tabacchi, A.M., Tabacchi, E., Naiman, R.J., Deferrari, C., Décamps, H. 1996. Invasibility of Species-rich Communities in Riparian Zones. *Conservation Biology* 10(2):598-607.

Soethe, N., Lehmann, J. & Engels, C. 2006. The vertical pattern of rooting and nutrient uptake at different altitudes of a south Ecuadorian mountain forest. *Plant Soil* 286:287-299.

Walter, H. y Breckle, S-W. 1985. Ecological systems of the geobiosphere. The law of relative constancy of habitat - ecotypes and ecoclines. Springer Berlin Heidelberg pp. 194-202.

## ANEXOS

Anexo 1. Formato de campo para toma de datos de individuos de laurel en cada sitio

Nombre del arroyo: Barranca los Laureles

El arroyo presenta protección con cerco o malla:      si ( )      no ( )

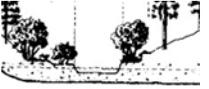
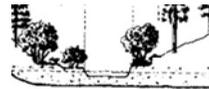
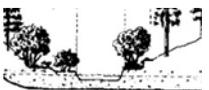
Fecha: \_\_\_\_\_

Sitio: B11

Coordenadas: 22.09118 -102.60066

Altitud 2390

Pendiente del cauce:

Cuadrante	Diámetro basal *	Distancia al punto central	Sexo **	Vigor***	Forma del terreno****	Número de tallos basales	Altura	Cobertura laurel
1								
2								
3								
4								

\* Se anotará la suma de los diámetros de todos los rebrotes cuando el laurel haya sido aprovechado a 10 cm del suelo

\*\* Colorar F, para femenino; M, para masculino; S para cuando no se pueda definir el sexo

\*\*\* Colocar 0 si no existe evidencia de aprovechamiento, 1 si tiene un nivel de disturbio bajo (hasta un 30 % del follaje), 2 si cuenta con un nivel de disturbio moderado (hasta un 50 % del follaje), 3 si tiene un nivel de disturbio alto (hasta 100 % del follaje)

\*\*\*\* marcar con una x la ubicación de la planta con respecto a la forma del terreno

Anexo 2. Coeficientes de correlación entre variables edáficas

	<b>PH</b>	<b>%MO</b>	<b>N_TOTAL</b>	<b>CIC</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>P</b>
<b>PH</b>	0.1000D+01	0.2976D+00	0.3208D+00	0.1370D+00	0.1970D+00	0.2125D+00	0.3879D+00	0.8799D-01	-0.1455D+00
<b>MO(%)</b>	0.2976D+00	0.1000D+01	0.9331D+00	0.3470D+00	-0.2865D-01	0.2671D+00	0.5866D+00	0.8329D-01	-0.4016D-01
<b>N_TOTAL (%)</b>	0.3208D+00	0.9331D+00	0.1000D+01	0.3404D+00	0.6359D-01	0.1103D+00	0.5798D+00	0.8571D-01	0.4696D-02
<b>CIC</b>	0.1370D+00	0.3470D+00	0.3404D+00	0.1000D+01	0.4962D+00	0.3948D+00	0.5247D+00	0.1217D+00	0.5582D+00
<b>Na</b>	0.1970D+00	-0.2865D-01	0.6359D-01	0.4962D+00	0.1000D+01	0.3188D+00	0.4130D+00	-0.1232D+00	0.5576D+00
<b>K</b>	0.2125D+00	0.2671D+00	0.1103D+00	0.3948D+00	0.3188D+00	0.1000D+01	0.2898D+00	-0.1273D+00	0.8648D-01
<b>Ca</b>	0.3879D+00	0.5866D+00	0.5798D+00	0.5247D+00	0.4130D+00	0.2898D+00	0.1000D+01	0.6217D-01	0.3990D+00
<b>Mg</b>	0.8799D-01	0.8329D-01	0.8571D-01	0.1217D+00	-0.1232D+00	-0.1273D+00	0.6217D-01	0.1000D+01	0.9710D-01
<b>P</b>	-0.1455D+00	-0.4016D-01	0.4696D-02	0.5582D+00	0.5576D+00	0.8648D-01	0.3990D+00	0.9710D-01	0.1000D+01
<b>ARE (%)</b>	-0.3670D+00	-0.1808D+00	-0.2568D+00	-0.5863D+00	-0.5222D+00	-0.4107D+00	-0.3723D+00	0.5226D-01	-0.1379D+00
<b>LIM (%)</b>	0.3670D+00	0.2127D+00	0.2640D+00	0.5281D+00	0.3776D+00	0.3949D+00	0.2687D+00	-0.8756D-01	0.9364D-02
<b>ARC (%)</b>	0.1752D+00	0.1767D-01	0.1071D+00	0.4056D+00	0.5613D+00	0.2304D+00	0.4011D+00	0.5114D-01	0.3433D+00
<b>Textura</b>	-0.1016D+00	0.1560D+00	0.2305D+00	0.4508D+00	0.4157D+00	0.1281D+00	0.2569D+00	-0.2444D+00	0.2189D+00
<b>ROCOSIDA (%)</b>	0.2016D+00	-0.3557D-01	-0.6943D-01	-0.1540D+00	0.2357D+00	-0.9622D-01	0.5813D-02	0.1894D+00	0.4967D-01
<b>PROF_SUE</b>	-0.1758D-01	0.5892D-02	0.3704D-01	0.1195D+00	-0.2488D+00	0.1351D+00	0.5048D-01	-0.1243D+00	-0.3131D+00
<b>PROF_MAN</b>	-0.1130D+00	0.1418D+00	0.7990D-01	-0.1244D+00	-0.4073D+00	0.1754D+00	-0.4788D-01	-0.8026D-01	-0.3683D+00
<b>PROF_HOJ</b>	0.1860D-01	0.1697D+00	0.1103D+00	0.1903D-02	-0.5144D+00	0.1732D+00	-0.1377D+00	0.1820D+00	-0.4018D+00

	<b>%ARE</b>	<b>%LIM</b>	<b>%ARC</b>	<b>Textura</b>	<b>ROCOSIDA</b>	<b>PROF_SUE</b>	<b>PROF_MAN</b>	<b>PROF_HOJ</b>
<b>pH</b>	-0.3670D+00	0.3670D+00	0.1752D+00	-0.1016D+00	0.2016D+00	-0.1758D-01	-0.1130D+00	0.1860D-01
<b>MO (%)</b>	-0.1808D+00	0.2127D+00	0.1767D-01	0.1560D+00	-0.3557D-01	0.5892D-02	0.1418D+00	0.1697D+00
<b>N-TOTAL (%)</b>	-0.2568D+00	0.2640D+00	0.1071D+00	0.2305D+00	-0.6943D-01	0.3704D-01	0.7990D-01	0.1103D+00
<b>CIC</b>	-0.5863D+00	0.5281D+00	0.4056D+00	0.4508D+00	-0.1540D+00	0.1195D+00	-0.1244D+00	0.1903D-02
<b>Na</b>	-0.5222D+00	0.3776D+00	0.5613D+00	0.4157D+00	0.2357D+00	-0.2488D+00	-0.4073D+00	-0.5144D+00
<b>K</b>	-0.4107D+00	0.3949D+00	0.2304D+00	0.1281D+00	-0.9622D-01	0.1351D+00	0.1754D+00	0.1732D+00
<b>Ca</b>	-0.3723D+00	0.2687D+00	0.4011D+00	0.2569D+00	0.5813D-02	0.5048D-01	-0.4788D-01	-0.1377D+00
<b>Mg</b>	0.5226D-01	-0.8756D-01	0.5114D-01	-0.2444D+00	0.1894D+00	-0.1243D+00	-0.8026D-01	0.1820D+00
<b>P</b>	-0.1379D+00	0.9364D-02	0.3433D+00	0.2189D+00	0.4967D-01	-0.3131D+00	-0.3683D+00	-0.4018D+00
<b>ARE (%)</b>	0.1000D+01	-0.9320D+00	-0.6241D+00	-0.6259D+00	0.1723D+00	-0.3804D+00	0.5857D-01	-0.1416D-01
<b>LIM (%)</b>	-0.9320D+00	0.1000D+01	0.2985D+00	0.5452D+00	-0.2375D+00	0.3860D+00	-0.1921D-01	0.7213D-01
<b>ARC (%)</b>	-0.6241D+00	0.2985D+00	0.1000D+01	0.4728D+00	0.5815D-01	0.1694D+00	-0.1128D+00	-0.1182D+00
<b>Textura</b>	-0.6259D+00	0.5452D+00	0.4728D+00	0.1000D+01	-0.3002D+00	0.2890D+00	0.1389D+00	0.7020D-01
<b>ROCOSIDAD (%)</b>	0.1723D+00	-0.2375D+00	0.5815D-01	-0.3002D+00	0.1000D+01	-0.6951D+00	-0.5178D+00	-0.4202D+00
<b>PROF_SUE</b>	-0.3804D+00	0.3860D+00	0.1694D+00	0.2890D+00	-0.6951D+00	0.1000D+01	0.4669D+00	0.3911D+00
<b>PROF_MAN</b>	0.5857D-01	-0.1921D-01	-0.1128D+00	0.1389D+00	-0.5178D+00	0.4669D+00	0.1000D+01	0.8011D+00
<b>PROF_HOJ</b>	-0.1416D-01	0.7213D-01	-0.1182D+00	0.7020D-01	-0.4202D+00	0.3911D+00	0.8011D+00	0.1000D+01

Anexo 3. Relación de especies y claves, muestreadas mediante el método de CCP

<b>Número</b>	<b>Especie</b>	<b>Clave</b>
1	<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	BAC_HET
2	<i>Quercus rugosa</i> Née	QUE_RUG
3	<i>Garrya ovata</i> Benth.	GAR_OVA
4	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	BAC_SAL
5	<i>Eupatorium</i> sp.	EUP_SP
6	<i>Quercus eduardii</i> Trel.	QUE_EDU
7	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	LOE_MEX
8	<i>Stevia lucida</i> Lag.	STE_LUC
9	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	BUD_COR
10	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	JUN_DEP
11	<i>Pithecellobium leptophyllum</i> (DC.) Daveau	PIT_LEP
12	<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch	AME_DEN
13	Sp	SP
14	<i>Quercus potosina</i> Trel.	QUE_POT
15	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	DOD_VIS
16	<i>Dasylirion acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.	DAS_ACR
17	<i>Brickellia pendula</i> (Schrad.) A. Gray	BRI_PEN
18	<i>Garrya laurifolia</i> Hartw.	GAR_LAU
19	<i>Yucca filifera</i> Chabau	YUC_FIL
20	<i>Agave schottii</i> Engelm.	AGA_SCH
21	<i>Stevia serrata</i> Cav.	STE_SER
22	<i>Forestiera neomexicana</i> A. Gray	FOR_NEO
23	<i>Arbutus arizonica</i> (A. Gray) Sarg.	ARB_ARI
24	<i>Salvia microphylla</i> Kunth	SAL_MIC
25	<i>Peryneium subsquarrosum</i> B.L. Rob. & Greenm.	PER_SUB
26	<i>Buddleja sessiliflora</i> Kunth	BUD_SES
27	<i>Quercus grisea</i> Liebm.	QUE_GRI
28	<i>Quercus sideroxyla</i> Bonpl.	QUE_SID
29	<i>Quercus microphylla</i> Née	QUE_MIC
30	<i>Prunus 125apuli</i> Cav.	PRU_CAP
31	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	ARC_PUG
32	<i>Quercus depresipens</i> Trel.	QUE_DEP
33	<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	QUE_OBT