UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PLANTACIONES DE *LIQUIDAMBAR STYRACIFLUA* L. Y *PLATANUS SP.* EN URUGUAY

por

Magdalena VIZCARRA TRIACA

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO
URUGUAY

2009

Tesis aprobada por:

Director: ----------
Ing. Agr. Carlos Mantero

Ing. Agr. Rafael Escudero

Ing. Agr. Fernando Irisity

Fecha: ----------

Autor: ----------
María Magdalena Vizcarra Triaca

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer profundamente a todas las personas que han colaborado y brindado su apoyo para que este trabajo pudiera ser realizado. Muy especialmente al Ing. Agr. Carlos Mantero y al Ing Agr. Rafael Escudero ambos han mostrado dedicación, comprensión y apoyo constante no solo en el transcurso de este trabajo, mi agradecimiento es infinito para ellos.

A la Ing. Agr. Carolina Sanz que ha sido mi docente orientadora, consejera en muchos momentos y por haber compartido su enriquecedora experiencia.

Al Ing. Agr. Luis Gallo por la ayuda brindada en el trabajo de campo en la E.E.B.R. y a los Ingenieros Agrónomos Guillermo Morás, Fernando Irisity y Juan Cabris que han dedicado su tiempo y compartido materiales y sus conocimientos.

Quiero también agradecer a las Ing. Agr. Graciela Romero y Marta Bianchi que han colaborado conmigo junto con Danila Balbi y la Ing. Quim. Marcela Ibáñez.

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de las empresas forestales, y de su personal, agradezco la dedicación brindada por la Ing. Agr. Daniela Malates y por el Ing. Agr. Juan Carlos Cornelius. Así como también al personal de la Escuela de Silvicultura.

Además al personal de la biblioteca de Facultad de Agronomía y al personal del laboratorio del Departamento de Suelos y Aguas que contribuyeron de manera desinteresada, al igual que la Lic. María Emilia Repetto que me asesoró y compiló material bibliográfico. Mi agradecimiento al Ing. Agr. Adrián Cal y al Ing. Agr. Mario Michelazzo.

A mis padres, y mis hermanas quienes me han acompañado a lo largo de todo este camino brindándome su apoyo incondicional y a mis amigas por alentarme sobretodo en esta última etapa y por estar siempre cerca.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN..... II
AGRADECIMIENTOS..... III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES..... IV
I. INTRODUCCIÓN..... 1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... 4
A. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE URUGUAY..... 4
B. GÉNERO *LIQUIDAMBAR* L..... 5
1. Clasificación taxonómica..... 5
2. Descripción botánica..... 6
a. Género *Liquidambar* L..... 6
b. *Liquidambar styraciflua* L..... 7
3. Distribución natural del género..... 9
4. Ecología..... 10
a. Edafología..... 10
b. Clima..... 11
c. Topografía..... 12
d. Especies asociadas al Liquidámbar..... 12
5. Fisiología y reproducción de *Liquidambar styraciflua* L..... 13
6. Tratamientos pregerminativos..... 14
7. Tratamientos en vivero..... 15
8. Tratamientos silviculturales..... 15
a. Métodos de repoblación natural..... 15
b. Métodos de repoblación artificial..... 16
c. Micorrización..... 17
9. Crecimiento..... 17
10. Cortas intermedias..... 19
11. Podas..... 19
12. Plagas y enfermedades..... 20
a. Daños causados por fuego 20
b. Daños causados por insectos 20
c. Daños causados por hongos..... 20
13. Propiedades de la madera..... 21
14. Usos..... 22
15. Mercados y precios..... 23
C. GÉNERO *PLATANUS* L..... 25
1. Clasificación taxonómica..... 25
2. Descripción botánica..... 26
a. *Platanus occidentalis* L..... 26
b. *Platanus acerifolia* L..... 26
c. *Platanus orientalis* L..... 28
d. Híbridos..... 28

3. Distribución natural del género…..…… 28
4. Ecología.…….. 30
a. Edafología…….... 30
b. Clima……... 31
c. Especies asociadas al *Platanus occidentalis* L.…… 31
5. Fisiología y reproducción de *Platanus sp.* …….. 32
6. Tratamientos silviculturales……. 34
a. Métodos de repoblación natural…… 34
b. Métodos de repoblación artificial……. 34
c. Cortas intermedias…..……. 34
7. Crecimiento…….. 35
8. Plagas y enfermedades de *Platanus sp.* …….. 36
a. Daños causados por fuego…… 36
b. Daños causados por insectos…… 36
c. Daños causados por hongos……. 37
9. Propiedades de la madera……. 37
10. Usos…… 38
11. Mercados y precios…… 39

D. PROYECTOS DE MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO…… 40

III. MATERIALES Y MÉTODOS..... 44
A. TRABAJO DE GABINETE…… 44
1. Elección de los rodales……. 44
2. Elaboración de las planillas de campo…….. 44
3. Tamaño de muestra…...…… 44
B. TRABAJO DE CAMPO……. 45
1. Medición de la altura total, diámetro a la altura del pecho y espaciamiento…….……... 45
2. Deteminación de las características dendrométricas y tratamientos de los rodales……. 46
3. Medición del espesor de corteza y determinación de la edad de los rodales……..…… 46
4. Recolección de muestra de suelos y descripción…….…..... 47
5. Determinación de los factores asociados al suelo…….…….. 47
C. TRABAJO DE LABORATORIO……..... 48
1. Preparación de las muestras…….…… 48
2. Análisis químicos…….…….. 49
3. Análisis de densidad…….…….. 49
4. Estimación de la edad de los rodales……...…….. 49
D. CÁLCULOS……... 50
1. Determinación de volumen total y comercial…….. 50
2. Determinación de DAP sin corteza, factor y proporción de corteza…….. 50

3. Determinación de I.M.A diamétrico y volumétrico……. 51
4. Determinación de la densidad básica…….. 51
5. Determinación del carbono fijado…… 52

IV. RESULTADOS……..... 53
A. ESTUDIO DE CASOS…… 53
1. Caso No.1……..... 53
2. Caso No.2…… 60
3. Caso No.3…… 63
4. Caso No.4…… 67
a. Rodales ubicados en ladera baja…… 70
b. Rodales ubicados en ladera media…… 74
c. Rodales ubicados en loma alta……. 76
d. Rodales ubicados en la ladera alta…… 77
e. Rodales ubicados en la ladera baja con exposición norte.. 80
B. ESTUDIO DE CASOS PARTICULARES……. 84
1. Caso No.1…….. 84
2. Caso No.2…….. 89
3. Caso No.3…….. 93

V. DISCUSIÓN…… 96
A. DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO…… 96
B. ALTURA TOTAL Y COMERCIAL……. 97
C. I.M.A. DIAMÉTRICO…… 98
D. I.M.A. VOLUMÉTRICO…… 99
E. OTROS PARÁMETROS EVALUADOS…….. 100

VI. CONCLUSIONES..... 102

VII. RESUMEN…… 106

VIII. SUMMARY..... 107

IX. BIBLIOGRAFÍA..... 108

X. ANEXOS..... 119

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No. Página

1. Valores de crecimiento de Liquidámbar en dos sitios del Mississippi…… 11
2. Altura y diámetros máximos alcanzados por *Liquidambar styraciflua* L. en diferentes localidades de EE.UU…… 18
3. Valores dasométricos promedios y rangos en Louisiana…….. 19
4. Descripción del perfil de suelo de la E.E.B.R. …… 54
5. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de E.E.B.R…… 55
6. DAP de *P. occidentalis* obtenidos a partir de barbados……...…… 56
7. DAP de *P. occidentalis* obtenidos a partir de esquejes……. 57
8. DAP *P. occidentalis* obtenidos a partir de estacas……. 57
9. Diámetro promedio, altura total y comercial de *P. occidentalis*…… 58
10. Estimación de parámetros dasométricos *P. occidentalis* de la E.E.B.R.…… 59
11. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A. volumétrico total para *P.occidentalis*……. 59
12. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de COFUSA…….. 61
13. DAP, altura total y comercial de *L. styraciflua* de COFUSA…… 61
14. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua* de COFUSA……. 62
15. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de F.Y.M.N.S.A……. 64
16. Diámetro promedio, altura total y comercial de *P. occidentalis* de F.Y.M.N.S.A.……..…….. 64
17. Estimación de parámetros dasométricos de *P. occidentalis*……. 65
18. DAP de *P. occidentalis* en parcela en F.Y.M.N.S.A.……. 65
19. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A. volumétrico total para *P.occidentalis*…… 67
20. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de F.Y.M.N.S.A…….. 68
21. Diámetro promedio, altura total y comercial de *L. styraciflua* en ladera baja en F.Y.M.N.S.A.……...…… 70
22. DAP, altura total y comercial de la parcela de *L. styraciflua* en ladera baja en F.Y.M.N.S.A.…….. 70
23. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua* en ladera baja en F.Y.M.N.S.A.……... 71
24. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A. volumétrico total para *L. styraciflua* en ladera baja en F.Y.M.N.S.A.…… 72
25. Diámetro promedio, altura total y comercial de *P. occidentalis* en ladera baja de F.Y.M.N.S.A.…… 72
26. DAP, altura total y comercial de *P. occidentalis* en ladera baja de F.Y.M.N.S.A.… ……..…… 73

27. Estimación de parámetros dasométricos de *P. occidentalis* en ladera baja de F.Y.M.N.S.A.……74
28. Estimación del volumen total y comercial por hectárea e I.M.A. volumétrico total para *P. occidentalis* en ladera baja de F.Y.M.N.S.A…….... 74
29. DAP, altura total y comercial de la parcela de *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en ladera media de F.Y.M.N.S.A.…… .75
30. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en ladera media……..75
31. DAP, altura total y comercial de parcela representativa de *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en loma alta……. 76
32. Estimación de parámetros dasométricos de *L.styraciflua* y *Platanus occidentalis* en loma alta…… 77
33. DAP, altura total y comercial de parcela de *L. styraciflua* en ladera alta exposición norte…….…… 78
34. DAP, altura total y comercial de parcela de *P. occidentalis* en ladera alta exposición norte…….. 79
35. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en ladera alta, exposición norte…… 80
36. DAP, altura total y comercial de parcela de *P. occidentalis* en ladera baja exposición norte…… 81
37. Estimación de parámetros dasométricos para parcela de *P. occidentalis*…. 82
38. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *P. occidentalis*…….. 82
39. DAP, altura total y comercial de parcela de *L. styraciflua* en ladera baja exposición norte…… 83
40. Estimación de parámetros dasométricos para parcela de *L. styraciflua.*……. 83
41. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *L. styraciflua*…….. 84
42. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de la Escuela de Silvicultura……. 85
43. DAP, altura total y comercial de parcela de *L. styraciflua* en la Escuela de Silvicultura……...….. 86
44. DAP en parcela representativa de Liquidámbar …… 87
45. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua*……..... 88
46. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *L. styraciflua*……..... 88
47. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de la Escuela de Silvicultura……. 90
48. DAP, altura total y comercial de *P. acerifolia* de la Escuela de Silvicultura……. 90
49. DAP en parcela representativa de *P.acerifolia*…….. 91
50. Estimación de parámetros dasométricos de *P. acerifolia*……92
51. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *P. acerifolia* …… 92

52. Análisis químico del perfil de suelo de Rincón del Bonete……..…. 93
53. DAP, altura total y comercial de *P. acerifolia*…….…….. 94
54. DAP para parcela de *P. acerifolia*…….……. 94
55. Estimación de parámetros dasométricos de *P.acerifolia*…… 95
56. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *P. acerifolia* en Rincón del Bonete……95

Figura No.

1. Distribución geográfica del *Liquidambar styraciflua* L.…. 9
2. Distribución en América del Norte del *Platanus occidentalis* L. …… 29
3. Evolución del precio de la tonelada del $C0_2$ en el mercado de la Unión Europea (en euros)…… 42
4. Representación esquemática del sitio de extracción de la muestra en cada rodal…… 45
5. Vista general del rodal de *P.occidentalis* de la E.E.B.R…… 58
6. Aspecto general del rodal de *Liquidambar styraciflua* L. en COFUSA... 62
7. Vista general de plantación de *P.occidentalis* en F.Y.M.N.S.A……..66
8. Aspecto general de plantación de *Liquidambar styraciflua* en F.Y.M.N.S.A..... 71
9. Vista del rodal de *L. styraciflua* en la Escuela de Silvicultura……..….86
10. Vista de plantación de *Platanus acerifolia* en Escuela de Silvicultura….. 91

Gráfico No.

1. DAP para *Platanus sp. y Liquidambar styraciflua* en los sitios de estudio. 96
2. Altura total y comercial para *Platanus sp.* en los diferentes sitios…… 97
3. Altura total y comercial para *L. styraciflua* en los diferentes sitios……... 98
4. I.M.A. diamétrico para las especies en estudio en los diferentes sitio….. 99
5. I.M.A. volumétrico para las especies en estudio en los diferentes sitios… 100
6. Carbono almacenado (Mg CO_2/ha) en rodales evaluados……..… 101

I. INTRODUCCIÓN

La historia de la forestación en Uruguay podría dividirse en dos etapas: la primera que abarca desde los orígenes hasta el año 1987 y la segunda etapa a partir de ese momento con la puesta en práctica de la nueva Ley de Desarrollo Forestal No.15.939, en diciembre de 1987, cuyo principal objetivo fue dinamizar el sector en forma satisfactoria implementándose todos los estímulos necesarios para ello.

El primer impacto del nuevo marco legal se percibió en la superficie dedicada a la implantación de bosques bajo régimen promocional, que permitió el cultivo masivo de algunas especies de prioridad forestal de rápido crecimiento de los géneros *Eucalyptus, Pinus, Populus y Salix*, las cuales se han adaptado ecológicamente y presentan crecimientos satisfactorios para afianzar el desarrollo de un sector en rápida y constante expansión.

Dos géneros, *Pinus y Eucalyptus* representan el 99.2% de la superficie cubierta por plantaciones forestales bajo proyecto y se concentran en 4 regiones. El consumo de trozas en la industria corresponde a estas especies, las que generan productos con bajos niveles de manufacturación, aunque en los últimos años el nivel de manufactura esta aumentando, debido al reciente ingreso de grandes inversiones extranjeras, que vislumbraron la oportunidad para el desarrollo industrial en el país utilizando las masas boscosas antes mencionadas.

Es de destacar que esta situación de alta concentración conlleva riesgos en el comercio internacional (basado en pocas especies y productos); fitosanitarios (riesgos de plagas y enfermedades); sociales (concentración de la propiedad, emigración del medio rural).

La diversificación con nuevas especies permite: proporcionar alternativas productivas tanto a pequeños y medianos propietarios marginados del desarrollo forestal del país como a empresas consolidadas; enfrentar las fluctuaciones en los mercados internacionales ofreciendo maderas “nobles” que pueden constituirse en opciones a las cada vez más escasas y caras maderas tropicales, generar productos de alto valor agregado, contribuir a la reconversión productiva de terrenos marginales, de baja productividad o rentabilidad para los cultivos tradicionales; reducir las pérdidas por ataque de plagas y enfermedades; valorizar el paisaje y el medio ambiente.

A consecuencia de ello, es necesario realizar un estudio para evaluar la adaptación, comportamiento y productividad de especies no tradicionales, con el propósito de generar información de utilidad para productores, al momento de buscar otras alternativas para integrarse al sector productivo con especies que no son las

comúnmente empleadas en la forestación en el país y asimismo evaluar si es posible la integración a mercados internacionales.

El objetivo de estudio de estas especies apunta a evaluar diferentes situaciones productivas o de sitio, para la obtención de productos diferenciados que permitan acceder a un mercado alternativo, ya que se plantea la producción de madera de alto valor, lo que se traduce en una mejora de la rentabilidad.

Asimismo se busca determinar el uso múltiple del bosque atendiendo a lograr los mayores beneficios como ser la obtención de productos forestales no maderables y servicios ambientales.

Para cumplir con los fines planteados se seleccionaron las siguientes especies *Liquidambar styraciflua L. y Platanus sp. ,* que se evaluaran a través del estudio de casos en los montes existentes en los departamentos de estudio. Ambos especies han sido plantadas, para fines paisajísticos y en bosques experimentales.

El *Liquidambar styraciflua L.* constituye una especie de uso ornamental por su forma y por el colorido del follaje durante el periodo otoñal, además de presentar buen crecimiento, excelente calidad de madera y rusticidad en plantaciones.

En cuanto a *Platanus sp.,* se cultiva en alineaciones de calles, avenidas y en parques; también en plantaciones forestales se caracteriza por presentar muy buena madera de diseño jaspeado, compartiendo con la especie antes citada; el buen crecimiento y gran desarrollo (Cozzo, 1976).

Se pretende realizar un estudio del comportamiento de plantaciones de *Liquidambar styraciflua L. y Platanus sp.* existentes en Uruguay atendiendo a los siguientes objetivos:

• recabar información sobre aspectos silviculturales y dasométricos de los rodales en estudio, junto a la descripción de las características de los sitios, estados sanitarios y material de propagación empleado. Información que posteriormente se utilizara para establecer un análisis comparativo entre el comportamiento de estas especies bajo diferentes condiciones de sitio y manejo, intentando encontrar correlaciones entre las diversas situaciones, lo que luego permitirá comparar nuestras plantaciones con otras realizadas en otras regiones del mundo.

• aporte de datos acerca de la comercialización de los productos maderables de dichas especies, el uso múltiple y servicios ambientales proporcionados por dichas plantaciones.

Una de las principales limitantes encontradas fue la falta de registro de información en el ámbito nacional de las especies en estudio, lo que por ende significa inexactitud o ausencia de información en algunos de los parámetros evaluados.

Citándose especialmente el desconocimiento por parte de informantes calificados vinculados al sector.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE URUGUAY

La República Oriental del Uruguay situada entre 30º 05'y 34º58'29'' de latitud sur o sea una zona subtropical templada típica. Las características que definen el clima son su ubicación geográfica en el continente (latitud y posición en relación al océano Atlántico), el relieve de su territorio y la circulación atmosférica regional (Durán ,1991).

Uruguay es el único país sudamericano íntegramente en la zona templada. La ausencia de sistemas orográficos importantes contribuye a que las variaciones horizontales de temperatura, precipitación y otras variables climáticas sean pequeñas (URUGUAY.D.N.M., 2006).

Para el sector productivo es imprescindible constatar la influencia de variables ambientales que podrían limitar la productividad, por ello se ha planteado la necesidad de conocer y cuantificar las variables meteorológicas.

Los principales parámetros utilizados para definir un clima son la temperatura y la precipitación, la frecuencia de heladas, el periodo de ocurrencia de las mismas y la probabilidad de ocurrencia de heladas tempranas y tardías, entre otros, los antes mencionados son los que presentan mayor relevancia para la producción forestal (Durán, 1991).

Las precipitaciones se caracterizan por su gran irregularidad, habiéndose registrado promedios anuales en todo el país desde 607 mm (1916), hasta 1785 mm (1914), lo cual lleva a que las variaciones aperiódicas cobren especial relevancia, a la cual debe sumarse la incidencia de otros componentes de régimen hídrico como: la evapotranspiración, la infiltración, el escurrimiento y la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos (Durán, 1991).

Para los departamentos estudiados se detalla cuadro en Anexo No.1 elaborado en base a información disponible en la página web de la Dirección Nacional de Meteorología.

B. GÉNERO *LIQUIDAMBAR L.*

1. Clasificación taxonómica

Pertenece a la familia *Hamamelidaceae*, y corresponde a la subdivisión Angiospermas, dicotiledóneas, que se caracterizan por presentar flores 4 ó 5 meras, excepcionalmente 3-meras, presenta semillas con dos cotiledones, hojas generalmente sin vainas, y lámina comúnmente retinervada (Parodi, 1959).

La familia *Hammelidaceae* está integrada por árboles o arbustos de hojas simples, alternas, penninervadas, palmatinervadas. Esta familia esta conformada por 21 géneros y 100 especies de árboles y arbustos, originarias de las regiones templadas y cálidas (Parodi, 1959), siendo *Altingia* y *Liquidambar* los géneros de mayor importancia comercial (Hess y Record, 1943).

La familia *Hammamelidaceae* presenta flores hermafroditas, polígamas o monoicas, las cuales se encuentran dispuestas en fascículos, capítulos o espigas, con gran variación en el número o presencia de las piezas florales, encontrándose especies desprovistas de cáliz y corola y otras solamente con cáliz (Dimitri, 1978).

La flor femenina posee un ovario ínfero o flor perígena, bilocular, con los lóculos uni o pluriovulados; estilos dos, subulados, libres frecuentemente recurvados.

El receptáculo se encuentra más o menos unido al ovario truncado o 4-7 lobulado. Los pétalos pueden variar en número de 4 a 7, estando insertos sobre el receptáculo, a veces pueden estar ausentes (Dimitri, 1978).

La flor masculina posee estambres 4 a indefinido, períginos, uniseriados, total o parcialmente fértiles, filamentos libres, anteras bitecas, de dehiscencia por hendiduras longitudinales o valvas. Disco presente o nulo (Dimitri, 1978).

El fruto es una cápsula, que en ciertas especies presenta una infrutescencia globosa. Las semillas aladas o no, albuminosas con un duro embrión (Rehder, 1949).

En esta familia se pueden identificar los siguientes géneros: *Liquidambar, Hammamelis, Parrotia*, se adjunta la clave de identificación (Parodi, 1959).

A. Hojas palmatilobuladas. Flores apétalas. Infrutescencias globosas… ……..... 1. *Liquidambar*

AA. Hojas ovadas u oblongas.

B. Pétalos largos y amarillos.....2.*Hammamelis*

BB. Flores apétalas.....3.*Parrotia*

2. Descripción botánica

a. Género *Liquidambar L.*

El nombre del género es una palabra compuesta, formada por líquido-, que deriva del latín *liquidus* (fluido), y *ámbar*, que procede del árabe *ámbar*, debido a la resina fluida y aromática que se obtiene de su corteza, que fue dado por el botánico sueco Carl von Linné (Grimm 1962, Collingwood y Brush 1964).

El género *Liquidambar* es de interés fitogeográfico ya que posee una distribución geográfica disyunta en el este de Norteamérica y en el este de Asia principalmente China y Japón y posee 6 especies (Lahitte et al., 1999).

El género *Liquidambar* se caracteriza por agrupar árboles monoicos de follaje caduco los cuales presentan hojas alternas, palmatilobadas, de borde dentado, largamente peciolado y aserrado con pequeñas estípulas (Rehder 1949, Lombardo 1979).

Según Parodi (1959) el género presenta flores monoicas; las masculinas desprovistas de cáliz y corola con estambres numerosos, de cortos filamentos, con anteras bitecas, de dehiscencia longitudinal. Se encuentran dispuestas en glomérulos racimosos (Lombardo, 1979).

Las flores femeninas con el cáliz muy pequeño, apétalas, estaminodios 4; ovario bilocular, con los lóculos pluriovulados, estilos dos, dispuestas en cabezuelas esféricas, péndulas. (Parodi 1959, Dimitri 1978).

El fruto es una cápsula, que en ciertas especies presenta una infrutescencia globosa. Las semillas aladas o no, albuminosas con un duro embrión (Rehder, 1949).

Se conocen tres especies en el este de Asia y una de Norteamérica el *L. styraciflua* L., donde usualmente se la conoce como sweet gum (Hess y Record, 1943).

b. *Liquidambar styraciflua* L.

El Liquidámbar se conoce por los siguientes nombres comunes: árbol del estoraque, ocozote, árbol del ámbar, bálsamo, copalme, copalillo (Colodonato, 1992).

En inglés los nombres comunes por los cuales se denominan son: sweet gum, redgum, sapgum, star-leaf gum, gum-wood (Hess y Record, 1943).

Constituye un destacado árbol por su copa piramidal, su máximo valor ornamental se aprecia al promediar otoño, cuando las hojas de un verde -amarillento, comienzan a adquirir una llamativa coloración rojiza, de notable contraste, sin embargo las flores carecen de igual carácter decorativo (Cozzo, 1950).

También es altamente valorado por su uso forestal así como también como un árbol de sombra (Martindale, 1958).

Según Lombardo (1979) el notable colorido rojizo que toman sus hojas en el otoño, en los países del norte raramente se produce entre nosotros, debido a la irregularidad de nuestra estación otoñal.

Según Cozzo (1950) constituye un destacado árbol, ideal para alinear en caminos, calles de paseo, pues para las urbanas es menos recomendable por la sombra poco interesante que ofrece. Aunque existen pocos ejemplares en nuestro parques, paseos y plazas (Lombardo, 1979).

Se señala que los periodos vegetativos son similares a los del plátano, con la aparición de hojas en setiembre-octubre y a los pocos días lo hacen las cabezuelas florales, posteriormente el periodo de exfoliación en mayo-junio, ya que el follaje es totalmente caduco (Cozzo, 1950).

Es un árbol caducifolio de 20 a 40 m (hasta 60 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 42 cm, algunos individuos llegan a tener 1.5 m en su estado natural. En plantaciones pueden alcanzar rangos altitudinales de 15 a 20 m (Loewe, 1992). Según Lombardo (1979) es un árbol que en nuestro medio se eleva a poca altura.

El tronco es recto, presenta ramas alternas, delgadas. En bosques densos se produce poda natural lo que da como resultado un tronco libre de ramas con una copa alta y pequeña (Grimm, 1962).

En plantaciones jóvenes los rodales presentan copas largas, cónicas y estrechas debido a la autopoda que se da en estas condiciones, mientras que cuando los árboles alcanzan el estado de madurez presentan copas redondas y amplias (Fowells, 1965).

La corteza extremamente fisurada, suberificada, de color pardo –grisácea, interna de color crema amarillento cambiando a pardo, ligeramente amarga, fibrosa, de un grosor de 5 a 10 mm, es frecuente que de está fluya un liquido resinoso Las ramas son gruesas de color café grisáceo con un diámetro que varia de 5 a 6 cm. (Bonner, 1968).

Las hojas son alternas, largamente pecioladas, palmatinervadas limbo de 7-20cm de diámetro, provisto de 5-7 lóbulos lanceolados y finamente aserrados pubescentes en las axilas de las nervaduras, siendo el haz más brillante y el envés más pálido, de las mismas se desprende un cierto olor a trementina (Parodi, 1959).

La coloración otoñal puede ser amarilla, roja, o púrpura, según el grado de exposición al sol, por lo cual se convierte en una especie muy apreciada a nivel ornamental según Colodonato (1992).

Grimm (1962) señala que las hojas son de forma estrellada y poseen una agradable fragancia al caer.

Las yemas florales son extremadamente sensibles al frío, por lo cual frecuentemente son dañadas por las heladas (Martindale, 1958).

Las flores masculinas se presentan en cabezuelas racimosas, terminales erectas, carecen de pétalos y son de pequeño tamaño; mientras que las flores femeninas están dispuestas en cabezuelas solitarias globosas péndulas, aparecen a principios de primavera junto con las hojas dependiendo de la latitud y el clima (Fowells, 1965).

Las flores son pequeñas de un color amarillo verdoso brillante por lo cual no son muy atractivas en comparación a la coloración foliar (Lahitte et al., 1999).

Según Parodi (1959), la infrutescencia de 2.5 a 4 cm. de diámetro. En pedúnculos de 5 a 6.5 cm. de largo, glabro; cabezuelas globosas, equinadas, leñosas, morenas a negro brillantes y permanece en el árbol bastante tiempo.

El fruto es una cápsula leñosa, dehiscente por 2 valvas, reunidas en una infrutescencia globosa bivalva, múltiple, de 2 a 4 cm de diámetro, péndula , erizada de espinas con numerosas semillas aladas, 1 ó 2 por capsula, de unos 3 mm de largo (Lahitte et al.*,*1999).

A menudo se pueden observar frutos vacios que quedan en los árboles hasta fines del invierno (Bonner, 1974).

El sistema radicular es profundo ampliamente extendido, las raíces son pivotantes y rastreras, extensas, leñosas, lo cual varia con el sitio como por ejemplo en

las zonas húmedas se desarrolla un sistema radicular superficial y extendido lateralmente con una raíz pivotante pequeña o inexistente (Loewe, 1992).

3. Distribución natural del género

El Liquidámbar es originario de Norteamérica; del Sur de Estados Unidos, desde la parte norte hacia el centro de Connecticut hasta Florida, este y oeste de Texas, Illinois, y comprende la parte sur y central de Florida, también crece en México, Guatemala, Belice, Panamá, El Salvador, Honduras y Nicaragua (USDA, 1965).

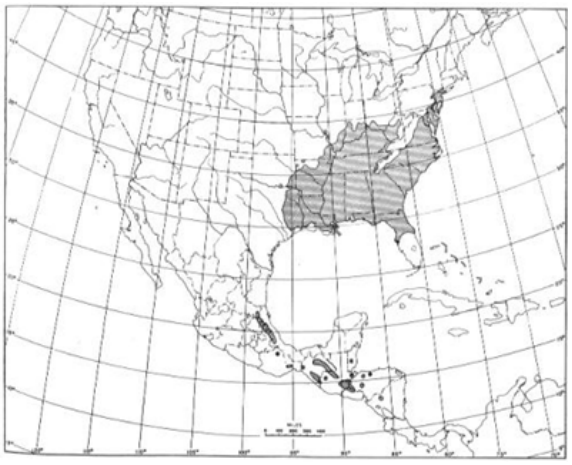
Hess y Record (1943) citan que está ampliamente distribuido en Guatemala y Honduras pero en El Salvador, esta calificado como un árbol en peligro de extinción (Sandker y Totaro, 1999).

El liquidámbar puede ser encontrado desde el nivel del mar hasta elevaciones que se encuentran en un rango que va de 600 m en Estados Unidos, mientras que en América Central puede encontrarse hasta 2100 metros (USDA, 1965).

En Estados Unidos, la parte del bosque que es objeto de explotación comercial se encuentra principalmente en tierras húmedas del bajo Ohio y Mississippi y en los terrenos anegadizos del suroeste de la costa atlántica (Carnevale, 1955).

La especie fue introducida con fines ornamentales varias décadas atrás en Australia, Kenia, Sudáfrica, Reino Unido, Zambia y Zimbabue (World Agroforestry Center, 2003).

Figura No. 1. Distribución geográfica de *Liquidambar styraciflua* L.



Fuente: Johnson (1985)

4. Ecología

Estos árboles son muy antiguos, se extinguieron 20 especies de Liquidámbar en todo el mundo, la más antigua posee 55 millones de años (Jiasuey y Allaire, 1998).

La especie se presenta en bosques montañosos de pino-encino; bosques de transición y bosques de hoja ancha de latitudes menores, frecuentemente forma rodales puros y densos (FAO, 1986).

a. Edafología

El liquidámbar es muy tolerante a diferentes suelos y sitios, pero crece mejor en los suelos ricos, húmedos, arcillosos aluviales, prefiere terrenos húmedos sueltos areno-arcillo-humiferos; prospera en los inundables pero con drenaje (Carnevale, 1955).

Fowells (1965) en cambio cita que los mejores crecimientos se obtienen en sitios pantanosos y suelos pobremente drenados con un alto contenido de arcilla.

El liquidámbar raramente es encontrado en suelos bien drenados y arenosos, por el contrario se localiza en suelos pesados y húmedos, aunque el mayor crecimiento esta restringido a pantanos aluviales y suelos con un drenaje imperfecto o pobre con un alto contenido de arcilla (Martindale, 1958).

Cuando el liquidámbar se convierte en especie dominante en una masa forestal es debido a la presencia de arcilla aluvial en las márgenes de los ríos. Así mismo en las coberturas forestales el liquidámbar desciende su número a medida que existe un incremento en la altura (Martindale, 1958).

Se deben evitar los suelos alcalinos en exceso y aportar quelatos de hierro (Martindale, 1958).

Krinard, citado por Loewe (2003) estudió una plantación de *Liquidambar styraciflua L.* y *Platanus occidentalis* en dos tipos de suelos en Mississippi.

Cuadro No. 1. Valores de crecimiento de Liquidámbar en dos sitios del Mississippi

	Suelos de textura media		Suelos de textura fina	
	18 años	23 años	18 años	23 años
Densidad (árb/ha)	474	434	479	459
Diámetro (cm)	25.65	29.21	14.48	17.27
Altura (m)	19.72	23.26	11.37	13.78
Volumen (m^3/ha)	197.61	272.50	40.21	63.43

Fuente: Krinard (1988).

Como se puede observar, todas las variables medidas se comportaron mejor en los suelos de texturas medias que en los de texturas finas, siendo la superioridad en diámetro de un 56 %, un 70 % en altura y 4.7 veces en volumen (Krinard, citado por Loewe, 2003).

b. Clima

Es una especie que requiere plena luz solar, se adapta bien a climas fríos o subtropicales, considerándose resistente al frío. Con respecto a la temperatura máxima oscila entre 25 a 36º C y las mínimas entre los -11 y 5º C citado por Loewe (2003).

Las precipitaciones medias anuales varían entre 1000 y 1800 mm; en la estación de crecimiento las precipitaciones oscilan entre 500 y 610 mm, el régimen de lluvia es estival con una estación seca de 5 a 6 meses al año (Fowells 1965, Kormanick 2003).

En el rango de distribución límite se aprecian marcadas diferencias en cuanto a la tolerancia a las heladas; las poblaciones del norte alcanzan temperaturas mínimas del orden de -24º C, mientras que poblaciones en Florida llegan a -7º C, por otro lado las poblaciones de América Central nunca experimentan la ocurrencia de heladas (World Agroforestry Tree Center, 2003).

Los días libres de heladas varían entre 180 y 320 al año, en la parte norte y sur de su rango de distribución, la temperatura media anual varía entre 8 y 20º C (Fowells, 1965).

Esta especie también es considerada resistente al viento cuando se encuentra en suelos arenosos, por lo cual desarrolla un sistema radicular pivotante (Turner, citado por Loewe, 2003).

De acuerdo a la clasificación de Thornwaite, el liquidámbar crece en climas húmedos en el este de los EE.UU., el crecimiento de los árboles es influenciado altamente por las inundaciones periódicas o anuales que ocurren en las zonas bajas (Martindale, 1958).

Como factores limitantes del desarrollo se cita: la competencia por luz cuando los árboles son adultos y el ramoneo por el ganado (CATIE, 2003).

c. Topografía

En el este de los Estados Unidos, la especie no presenta limitantes altitudinales excepto en las altas montañas de los Apalaches (700 a 900 m) mientras que en México crece entre los 1050 y 1950 m, pero su mejor desarrollo lo alcanza en suelos profundos y en altitudes entre los 1200 y 1600 m (Fowells, 1965).

El rango citado por FAO menciona que el rango de altitudes varía entre 650 y 2000 m (World Agroforestry Tree Center, 2003).

d. Especies asociadas al Liquidámbar

En el este de América del Norte el liquidámbar es predominante en 4 tipos de coberturas forestales:

- *Quercus rubra- Carya tomentosa - Liquidambar styraciflua*
- *Quercus palustris – Liquidambar styraciflua*
- *Liquidambar styraciflua – Liriodendron tulipifera*
- *Liquidambar styraciflua – Quercus nuttallii – Quercus phellos*

Debido a la amplia distribución y adaptabilidad de la especie a variedad de sitios, aparece como especie asociada en 24 coberturas más, en las que aparecen como especies asociadas las siguientes:

Pinus glabra, Pinus virginiana, Acer rubrum, Acer negundo, Carya glabra, Carya laciniosa, Carya ovata, Carya tomentosa y *Celtis laevigata* (Colodonato, 1992).

Martindale (1958) cita que la especie también se asocia a *Quercus alba, Fraxinus americana, Ulmus rubra, Platanus occidentalis, Pinus taeda y Populus deltoides.*

Kormanik (2003) menciona que numerosas especies comúnmente aparecen debajo del dosel principal junto con el liquidámbar como por ejemplo *Cornus sp., Alnus sp.* y *Cercis canadensis*.

En el sur de Indiana el liquidámbar junto a *Quercus palustris* y *Acer rubrum* son especies pioneras, posteriormente se instalan *Liriodendrum tulipifera, Carya ovata* y *Prunus serotina* (Fowells, 1965).

5. Fisiología y reproducción de *Liquidambar styraciflua L.*

Las flores pequeñas y de color verdoso florecen en el área de distribución desde marzo a mayo dependiendo de la latitud y de las condiciones climáticas (Martindale, 1958).

En el otoño los frutos se tornan amarillos y las semillas maduran desde septiembre a noviembre las cuales son diseminadas por el viento, mientras que los frutos vacíos permanecen en el árbol durante el invierno (Kormanik, 2003).

Los frutos deben ser recogidos varias semanas antes de que el proceso de decoloración ocurra para evitar causar daño a las semillas (Kormanik, 2003).

Cozzo (1950) menciona que los frutos deben de recogerse antes de su completa madurez e inmediata dehiscencia, para obtener la semilla, para su posterior reproducción.

Una vez que se lleva a cabo la recolección de los frutos maduros, se transportan al lugar de procesado y se colocan al sol por 2-3 días para que se abran. Las semillas se extraen manualmente, cada kilo contiene de 120.000 a 180.000 semillas, la misma presenta una longitud de 10 mm, 2 mm de ancho y 1mm de espesor, alargada, negra, algo brillante, semidura, lisa, y tiene un ala pequeña en un extremo (Carnevale, 1955).

La máxima distancia de dispersión que alcanzan las semillas es de 180 m pero generalmente un porcentaje mayor al 95% de las semillas cae dentro de un rango de 60 m y su diseminación es anemófila (Martindale, 1958).

Las semillas presentan un letargo interno, por lo que es conveniente someterla a algún tratamiento antes de la siembra. Pueden madurar si se conservan aproximadamente durante un mes a unos 5º C mezclados con arena húmeda, la germinación aumenta considerablemente cuando se aplica una estratificación fría que puede ocurrir en bolsas plásticas colocadas a 0,5º C por un período que puede variar de 15 a 90 días, aunque 30 días es lo mas común (FAO,1986).

Según Bonner (1974) el cual ha realizado diversas pruebas de germinación con semillas estratificadas, no sería necesaria la luz para este proceso, pero mayor capacidad germinativa promedio (95%) fue obtenida con un período diario de luz y la alteración de temperaturas en el día 30ºC y en la noche de 20ºC, durante un período de 25 días.

Las mismas resultan viables durante unos 4 años, aproximadamente, aunque el porcentaje de germinación va disminuyendo, además debe tenerse en cuenta el contenido de humedad que debe encontrarse en el rango de los 6 a 8 %, para facilitar su almacenamiento y conservación (CONABIO, 2002).

La especie comienza a florecer a partir de los 20-30 años de edad. La producción de semillas parece ser discontinua, con buenas cosechas cada 2 a 3 años (Kormanik, 2003).

La producción de semillas varía dependiendo de las condiciones climáticas durante la estación de crecimiento; bajo óptimas condiciones los frutos en promedio contienen 56 semillas por fruto y solamente de 7 a 8 bajo condiciones menos favorables; bajos porcentajes de obtención de semillas viables se encuentran correlacionadas con prolongadas sequías o un exceso de humedad en el suelo (Kormanik, 2003).

Para lograr un buen desarrollo de las semillas y su posterior establecimiento, es necesario contar con suelos minerales los cuales son una cobertura ideal y exposición solar directa; ambos factores son los más importantes para el desarrollo de rodales puros de Liquidámbar, aunque en las etapas iníciales es esencial contar con suficiente humedad hasta que la raíz primaria comience su crecimiento (Martindale, 1958).

La germinación es epigea y el desarrollo radicular varía con el sitio, una raíz primaria profunda y numerosas raíces secundarias usualmente se desarrollan tempranamente. Por el contrario en áreas muy húmedas el sistema radicular es superficial ampliamente distribuido y con una pequeña o inexistente raíz primaria (Fowells, 1965).

6. Tratamientos pregerminativos

A los efectos de homogenizar la germinación se puede realizar una escarificación mecánica, o estratificar con arena húmeda y fría durante 2 a 4 semanas.

La germinación comienza a los 12-15 días y dura 19-25 días. En vivero los plantines necesitan por lo menos 5 meses y haber alcanzado una altura no menor a los 30 cm., antes de ser llevados a campo (CATIE, 2003).

Los mejores resultados obtenidos por Bonner (1974) en pruebas de germinación estableciendo las condiciones más propicias para alcanzar un 95% de capacidad germinativa fue cuando las semillas se sometían a un periodo de escarificación de 30 días, con un periodo de luz de 8 horas y con variación de temperatura entre el día de 30ºC y por la noche disminuirla a 20 º C durante 25 días.

7. Tratamientos en vivero

Lahitte et al. (1999) señalan que las semillas se deberían sembrar en primavera en almácigos y que requieren estratificación durante 1 a 3 meses a 4ºC.

Las semillas estratificadas deben ser sembradas en primavera al voleo o en surcos, la siembra se realiza cubriendo las semillas con 1 cm de tierra, al cual debe tenerse en cuenta el control de malezas (FAO, 1966).

La poda de raíces es una práctica bien tolerada por el liquidámbar y estimula la producción de raíces laterales (FAO, 1966).

8. Tratamientos silviculturales

a. Métodos de repoblación natural

Se propaga habitualmente por semilla, pero rebrota muy bien de tocón y también emite rebrotes desde las raíces (Fowells, 1965).

Es una especie típicamente tolerante pero a medida que aumenta la edad los árboles comienzan a ser cada vez menos capaces de soportar la competencia, por lo cual se convierten en intolerantes.

Johnson (1980) señala la importancia que tiene la regeneración por tocón especialmente en sitios marginales donde la producción de pulpa es el producto principal. También cita la relevancia de los lignotubérculos originados después de la corta, los cuales permiten obtener ejemplares de rápido crecimiento en los primeros 3 a 4 años debido a que no compiten con otra vegetación.

La habilidad del liquidámbar de regenerarse rápidamente y la persistencia, lo convierte en uno de los más serios competidores de las semillas de pino, por lo cual se ponen en práctica medidas silviculturales para el control de la competencia (Colodonato, 1992).

La reproducción vegetativa a partir de rebrotes del tocón dura alrededor de 50 años y puede producir un 50 % más de volumen y lograr disminuir los costos de producción en un tercio, comparando con plantaciones en buenos sitios.

Es de destacar que el vigor declina con los sucesivos rebrotes de un mismo tocón (Malac y Heeren, citados por Loewe, 2003).

Plantaciones de liquidámbar a partir de semillas alcanzan una altura de 1.5 m en 3 a 5 años, mientras que los rebrotes frecuentemente alcanzan esa altura en una estación de crecimiento. Rebrotes de 10 años de edad frecuentemente tienen la misma apariencia y vigor que árboles de 18 años provenientes de semillas (Fowells, 1965).

Krinard (1988) considera que teniendo en cuenta las tasas de crecimiento, la regeneración natural en suelos pobres sería recomendable antes que la realización de plantaciones.

b. Métodos de repoblación artificial

Los plantines en el sitio de plantación deben mantenerse en contenedores por ejemplo tubetes, la plantación debe ser llevada a cabo en sitios preparados, con humedad elevada para reducir el riesgo de muerte por sequía (Mc Elwee, 1970).

Los contenidos de humedad y nutrientes del suelo generalmente son las variables que más influyen en el crecimiento, sin embargo para el caso de Liquidámbar se realizaron estudios para determinar el efecto del riego en el crecimiento, pero no se mostró sensible a esta variable.

Al momento de realizar plantaciones se recomienda la siguiente distribución de 3 x 3 m ó 4 x 4 m, aunque en pendientes se recomienda plantar en tresbolillo. Es de vital importancia realizar previamente una buena limpieza, pues esta especie no es buena competidora con las malezas. Se recomienda plantar en época de lluvias, ya que es muy sensible a la falta de agua en el momento del establecimiento (CATIE, 2003).

Los distanciamientos utilizados varían según el producto final a obtener, menores para pulpa y usualmente 4 x 4 m para madera de calidad (Loewe, 2003).

Se recomienda limpiezas y deshierbes en los primeros tres años, eliminando hierbas 30 cm. alrededor de los plantines, también la implementación de operaciones de poda de formación, para producir un único fuste principal, se deben respetar las ramas laterales que no causen riesgo de bifurcación, ya que la especie posee una aceptable autopoda (CATIE, 2003).

c. Micorrización

La inoculación con micorrizas en vivero o el uso del suelo del bosque como sustrato para su propagación puede aumentar el crecimiento inicial hasta 8 veces en altura y 4 veces en diámetro en tan sólo 6 meses (CATIE, 2003).

El efecto de la micorrización fue estudiado por Bryan et al. (1976), en donde se inoculó el suelo con *Glomus mosseae*, las plantas micorrizadas fueron un 82 % más altas; los ápices y raíces fueron 140 % más gruesas que en las plántulas no micorrizadas.

También se observaron otros beneficios de esta práctica como ser mayores crecimientos radiculares en diferentes suelos compactados, y se concluye que los efectos de la compactación del suelo pueden ser disminuidos sí las plántulas son previamente inoculadas con hongos micorriticos, además de observarse menor mortalidad y mayor desarrollo con respecto a plántulas testigo (Loewe, 2003).

9. Crecimiento

La especie presenta un buen crecimiento, retiene muchas ramas largas y gruesas en su sector basal, produce una madera con nudos si no se ejecuta su poda total (Cozzo, 1976).

En plantaciones con elevada densidad crece muy bien, los árboles del centro de las parcelas alcanzan mejores diámetros que los de los bordes. Este comportamiento está de acuerdo con su potencial para uso en plantaciones, aunque para que una plantación sea exitosa se debe elegir el sitio con cuidado, atendiendo a suelos arcillosos o francos, húmedos y profundos lo que le permitiría alcanzar su mejor desarrollo (CATIE, 2003).

Como leña o postes puede aprovecharse desde los 5 años, aunque por cuestiones de beneficio, con respecto al costo de plantación se recomienda usar para estos fines la madera de los raleos. Para turnos finales, atendiendo a obtener una madera de mayores diámetros y amplitud de usos en aserrío se requieren al menos 12 años. Si la madera se va a utilizar en aserrío para tablones, los turnos están en el entorno de los 35 - 40 años aproximadamente (CATIE, 2003).

El crecimiento diamétrico de *Liquidambar styraciflua L.* en su lugar de origen para individuos maduros es de 0.48 cm/año y para inmaduros es de 0.62 cm/año y, según las clases de vigor, se menciona que los individuos en clases altas alcanzan 1.01 cm/año, en media 0.76 cm/año y en bajas 0.51 cm/año (Fowells, 1965).

Alonzo et al. (1969) han obtenido los siguientes resultados de crecimiento en parcelas experimentales en las islas del Delta del Paraná, donde crece rápido y con una abundante regeneración natural , a los 21 años y con 1850 árboles /ha el diámetro medio es de 21.4 cm. con un incremento volumétrico de 23.5 m^3/ha/ año, más un raleo que proporciono 70 m^3 a los 12 años.

En ensayos realizados en San Pablo, Brasil en plantaciones de 9 años a 3 x3 m, con semilla procedente de Estados Unidos, México y América Central se obtuvieron DAP promedio de 6-9 cm. para procedencias de EE.UU., 11.5-14.2 cm. para las de México y 14.5-17.0 cm para las de América Central (CATIE, 2003).

Esta influencia de latitud y la procedencia de la semilla, se observó también en la altura, ya que los árboles crecieron promedios de 6.3-9.5 m, 11.1-14.4 m, y 14.6-17.3 m con procedencias de EE.UU., México y América central respectivamente (CATIE, 2003).

Fowells (1965) evaluó el desarrollo de la especie en diferentes partes de los Estados Unidos, señala que el árbol tiende a bifurcarse en una etapa definida, cuando alcanzan alrededor de 40 cm de diámetro.

Cuadro No.2. Altura y diámetros máximos alcanzados por *Liquidambar styraciflua* L. en diferentes localidades de EE.UU.

Localidad	Altura (m)	Diámetro (cm)
Northeast	15 -23	-
Mississippi, fondo de rio	46	153
Mississipi, tierras bien drenadas	20	46-64
Maryland fondo del río	34	91-107
Terrenos pantanosos	37	122

Fuente: Fowells (1965)

Bylin, citado por Loewe (2003), realizó un estudio de utilización de madera en Louisiana, Estados Unidos, que trataba de establecer los promedios y rangos de valores dasométricos comercializables y aserrables de liquidámbar.

Cuadro No. 3. Valores dasométricos promedios y rangos en Louisiana

DAP (cm)	Promedio	32.26
	Rango	10.2- 105.2
Altura de tocón (cm)	Promedio	0.30
	Rango	0.09-0.46
Diámetros comercializables (s/c)	Promedio	15.49
	Máximo	42.93
Diámetros comercializables (c/c)	Promedio	16.79
	Máximo	44.45
Diámetros aserrables (s/c)	Promedio	25.15
	Máximo	42.93
Diámetros aserrables (c/c)	Promedio	27.18
	Máximo	44.45

Fuente: Bylin, citado por Loewe (2003)

10. Cortas intermedias

Krinard (1988) recomienda realizar raleos cuando se juntan las copas. En rodales densos es necesario efectuar esta práctica antes de los 18 años y a su vez eliminar ejemplares bifurcados y de mala forma, aunque sean de diámetros mayores.

En el Delta del Paraná, Argentina se realizó un ensayo de crecimiento de donde se estableció una plantación a una densidad de 3333 plantas /ha, luego a los 12 años se disminuyó la misma, a 1850 pl. /ha y se determinó un crecimiento medio anual de 23.5 m^3 /ha.

Por lo cual se concluyó al igual que un estudio realizado en Mississippi en 1979, por Mc Garity, que los raleos producen un aumento significativo de volumen, sin duda también asociado al sitio, ya que mayores crecimientos se obtuvieron en los mejores sitios (Cozzo, 1995).

11. Podas

Las podas deberían ser llevadas a cabo durante los tres primeros años para asegurar un mayor desarrollo y vigor, si bien la especie presenta poda natural adecuada para rodales densos, y por ende un alto porcentaje de madera libre de nudos (Davis y Beals, 1977).

12. Plagas y enfermedades

El liquidámbar se caracteriza por presentar una alta resistencia al ataque de enfermedades, es por ello que se lo utiliza frecuentemente en parques y avenidas (Loewe, 1992).

Fowells (1965) cita a los siguientes agentes abióticos como los que causan mayores daños: el viento y las heladas. Estas últimas afectan especialmente las flores, además de los daños causados por el ganado en las primeras etapas del crecimiento, y el consumo de sus semillas por pájaros y ardillas.

a. Daños causados por fuego

Esta especie es muy susceptible al fuego, el cual produce heridas que son vías de entrada para hongos e insectos, esto es debido al poco espesor de su corteza, seguido por el daño que se ocasiona en la copa. Sin embargo se ha constatado la regeneración después de incendios (Colodonato, 1992).

b. Daños causados por insectos

Los daños causados por insectos, principalmente se ven en las hojas por insectos defoliadores que ocasionan la disminución del crecimiento (Koch, 1985).

Fowells (1965) cita que los insectos atacan árboles dañados y muertos, por ejemplo escarabajos que atacan la corteza como *Dryocoetes betulae*, *Dryocoetes liquidambarus*; también este autor señala que hay insectos que atacan preferentemente las ramas pequeñas como por ejemplo *Magiricida septendecim*.

c. Daños causados por hongos

En estudios realizados en Delta del río Mississippi se determinó que los hongos que más atacan al Liquidámbar son: *Fomes geotropus, Pleourotus ostreatus, Lentinus tigrinus, y Poliporus lucidus* (Fowells, 1965).

Se han realizado ensayos para evaluar la resistencia a los hongos causantes de la pudrición de raíces, como por ejemplo *Fusarium ssp*. comprobándose que esta especie es totalmente resistente a este ataque, sin embargo se encontró el ataque por parte de *Clitocybe tabescens*, causa diferentes síntomas como perdida de vigor del árbol, hojas amarillentas, y puede llegar a producir la muerte del follaje (Koch, 1985).

Por otro lado las propiedades de la madera se ven afectadas por los hongos que causan pudrición blanca, debido a que provocan contracción cuando la madera esta seca y reduce rápidamente la dureza de la madera (Koch, 1985).

Otro síntoma importante que producen los hongos es la notoria decoloración de la madera, lo que se traduce en pérdidas económicas importantes, causadas principalmente por varias especies de *Ceratocystis* (Romero, 1994).

13. Propiedades de la madera

La madera es de excelente calidad, sin olor y con anillos de crecimiento que presentan limites definidos, por lo cual posee un veteado pronunciado y muy atractivo, de textura fina y homogénea (Richter y Dallwitz, 2000).

Los anillos de crecimiento son visibles a simple vista, poros y rayos con lupa (Pérez Olvera y Corral López, 1980).

La albura es de color blanco rosado y el duramen castaño claro con bandas más oscuras, con una transición gradual entre ambas. La textura es fina, el grano es recto a entrecruzado, el peso especifico básico es de 0,44 a 0,55 g/cm^3 con resistencia baja a media por lo que no puede usarse como madera estructural (Richter y Dallwitz, 2000).

La textura es uniforme con poros difusos, muy apreciada por la industria en la cual se la conoce como “nogal satinado”, por su lustre, satín y veteado café – rojizo se comercializa como sustituto del nogal común (Loewe y González, 2001).

La madera seca a una velocidad moderada, presenta defectos de secado moderados, que se hacen más aparentes en ejemplares de grano entrecruzado. Se caracteriza por su baja durabilidad natural, pero se preserva bien en la albura y en el duramen (CATIE, 2003).

Según Lahitte et al. (1999) es una madera poco durable en contacto con el suelo o expuesta a prolongada humedad, y debe secarse con cuidado para evitar defectos.

Según Pérez Olvera y Corral López (1980) es una madera difícil de secar y de durabilidad natural baja.

Liquidámbar presenta un rango de fibras promedio de arboles jóvenes variable entre 1.4 y 2.2 mm, son fibras largas de diámetro mediano y pared muy gruesa que lo hacen adecuado para la carpintería y la producción de papel (Pérez Olvera y Corral López, 1980).

Moderadamente fácil de aserrar y trabajar con máquinas y herramientas manuales, aunque para dejar un buen acabado, requiere un buen cepillado (CATIE, 2003).

Se caracteriza por ser una madera que presenta un veteado suave y brillo moderado, toma bien los lustres, tintes, colas y barnices, por lo cual es muy utilizada en carpintería y ebanistería de alta calidad según Lahitte et al. (1999).

Con respecto a las propiedades físicas la especie presenta un peso específico medio de 550 kg/m^3, su dureza y densidad son medias y es moderadamente resiliente (Pérez Olvera y Corral López, 1980).

La densidad verde con corteza de esta especie es de 945 kg/ m^3 esta densidad varía en un rango de 949.04 kg/ m^3con corteza a 998.73 kg/ m^3 sin corteza.

14. Usos

El USDA (1999) distingue en esta especie dos clases de madera la red gum, que proviene del duramen y sap gum proveniente de la albura , esta última es la de mayor producción debido a que la primera necesita mayor tiempo y por ende tiene mayor valor.

La sap gum es la más usada no solo por ser menos costosa, sino también por ser más blanda y apta para trabajar con diferentes tipos de coloraciones (Loewe, 2003).

El liquidámbar presenta muy diversos usos como por ejemplo: como material de construcción, industrial, maderable, combustible, ornamental, cosmético y medicinal entre otros (Hess y Record, 1943).

Bonner (1974) señala que también es muy apreciada para la producción de chapas y para la producción de pulpa.

Según Martindale (1958) el 90% de la madera de liquidámbar es utilizada en diversos procesos industriales para la obtención de productos como tableros compensados, debobinado, cajas, muebles, así también la pulpa es utilizada para la fabricación de papel de alta calidad y finura, cartón corrugado y el rayón "viscosa" que es una fibra celulósica manufacturada y regenerada que es utilizada en la confección textil, decoración y en la industria como material quirúrgico o armazón de neumáticos etc.

En la industria del mueble es muy apreciada ya que la madera se comporta muy bien cuando se realizan diferentes procesos como ser: torneado, aserrado, moldurado y enchapado (Koch, 1985).

Mediante incisiones efectuadas en la corteza se obtiene una resina muy olorosa, el liquidámbar o estoraque americano, que se utiliza en perfumería, principalmente en los perfumes con jazmín, perfumes modernos de alta calidad y para aromatizar jabones, cosméticos, esencias, cremas, adhesivo, en la industria farmacéutica, además es utilizado como incienso y como aromatizante del tabaco (Sánchez, 2004).

Es también utilizada su madera para realizar instrumentos de trabajo, como por ejemplo instrumentos agrícolas y mangos para herramientas, se emplea también en la elaboración de artesanías, artículos torneados, instrumentos musicales, ya que la madera es pesada y dura por lo que es fácil de trabajar con herramientas de carpintería (CATIE, 2003).

Como madera para la construcción es una de las más estimadas por sus dimensiones y resistencia (Brown et al., 1949).

Otro uso más reciente, y que cada vez cobra mayor importancia es la utilización de esta especie en proyectos de reforestación; debido al rápido crecimiento y alta resistencia al ataque de insectos, por lo cual estos árboles se convierten en ideales para este tipo de proyectos (La Ruffa, 2001).

Esta especie contribuye a estabilizar bancos de arena, a la recuperación de terrenos degradados y se ha utilizado para restaurar sitios donde hubo actividad minera (CONABIO, 2002).

15. Mercados y precios

Esta especie presenta valor comercial para aserrío, y es de gran importancia en los países en donde es nativa (Lahitte et al., 1999).

El 40% del volumen exportado va a Alemania; como principal redistribuidor europeo, seguido de Francia y EE.UU., con un 20% cada uno (CATIE, 2003).

En el mercado de las maderas latifoliadas se considera al Liquidámbar como una de las especies más promisorias por ser comercializada como sustituto del nogal, no solo por el hecho de aportar madera de calidad, así como también por otros beneficios como por ejemplo la recuperación del suelo, siendo una especie apta para combinar con la ganadería e incluso para la producción de leña y miel (Loewe y González, 2002).

A continuación se presentan los mercados más importantes para las maderas duras producidas en EE.UU. para reconocer los principales destinos, siendo el mercado asiático, el de mayores proyecciones para un gran grupo de especies.

A su vez Europa es un gran mercado de interés de maderas nobles, que junto a Canadá, son potenciales compradores de madera debido al gran nivel de comercialización que sustentan (Loewe y González, 2001).

Los mayores compradores de madera de latifoliadas de EE.UU. son Hong Kong, China y Taiwán, en menor escala Indonesia y Malasia, mientras que el mercado europeo es liderado por Italia, Reino Unido y Alemania, aunque también se registraron envíos a Noruega y Finlandia.

El principal mercado para Liquidámbar es el europeo, siendo Francia, Italia y Alemania los países compradores por excelencia y EE.UU. en segundo lugar (Loewe y González, 2001).

El precio que alcanza la madera, no solo esta determinado por el uso final de la misma sino también por el nivel de manufacturación de los productos, teniendo mayor valor aquellas maderas con uso decorativo y de buena resistencia (USDA, 1965).

En Europa el precio varia considerablemente, según la procedencia y la calidad de las trozas. El precio promedio para madera aserrada en el año 2000, fue de 600 a 700 U$S/ m^3 (Loewe y González, 1998).

Los precios de trozas para chapas decorativas son considerablemente más altos que los de trozas aserrables debido al manejo silvicultural más intensivo que deben tener las plantaciones a para poder cumplir con el objetivo, por ello la diferencia en el precio supera los 100 U$S/ m^3 (Loewe y González, 1998).

La resina se comercializa como styrax, o aceite de liquidámbar, las exportaciones en Honduras han aumentando constantemente desde 4.5 toneladas en 1997 a 52 toneladas en 2002, con un precio en el entorno de los 17-20 dólares por kilo (CATIE, 2003).

Según Abalos Romero (2001) los ingresos generados por la exportación de styrax en Honduras, son de aproximadamente US$ 370 mil al año por 34 toneladas anuales comercializadas.

La tercera oportunidad comercial que ofrece la especie es como ornamental, debido a su fácil cultivo, manejo y adaptabilidad (Lahitte et al., 1999).

La obtención de productos madereros y no madereros convierten a la especie en un atractivo para los productores, así también los servicios que incluyen el esparcimiento, el valor estético, la reserva genética, la captura de CO_2 y el ordenamiento de cuencas hidrográficas (Lahitte et al., 1999).

C. GÉNERO *PLATANUS* L.

1. Clasificación taxonómica

La familia *Platanaceae*, pertenece la subdivisión angiospermas, clase dicotiledóneas, y al grupo de las dialipétalas (Parodi, 1959).

Esta familia se caracteriza por presentar árboles diclino –monoicos. Las hojas son simples, alternas, caedizas, lobuladas, palmadas, glabras, pubescentes, truncadas o anchamente cordadas en la base, pecíolo ensanchado, estipulas anchas y dentadas (Parodi, 1959).

Según Lombardo (1979), el tronco presenta una corteza persistente sólo en la base de individuos muy viejos y el follaje caduco.

Las flores en inflorescencias capituliforme globosas, sépalos de 3-8 pequeños, triangulares, pétalos 3-8 espatulados. Capítulos masculinos de aproximadamente 1 cm de diámetro. Ovario 3-8 carpelar. La infrutescencia contiene numerosos aquenios provistos de papus piloso (Parodi, 1959).

Las flores son monoicas, pequeñas, con perianto rudimentario y dispuestas en capítulos globosos, muy compactos y colgando en el extremo de largos pedúnculos, así como los frutos en que se transforman (Mottet et al., 1970).

Se distingue un solo género y 6 ó 7 especies originarias de América del Norte, Europa y Asia. Todas las especies pueden ser multiplicadas por semillas o mediante estaca (Lombardo, 1979).

Se adjunta la clave para la identificación de las especies:

A.Cabezuelas generalmente solitarias. Hojas con el lóbulo medio tan largo como ancho…..1.*P.occidentalis*

AA.Cabezuelas reunidas de 2-3 o aún más. Hojas con el lóbulo medio más largo que ancho.

B. Cabuezuelas reunidas de a 2, observándose también de a 5 y algunas solitarias. Hojas con el lóbulo medio ligeramente más largo que ancho……..... 2.*P.acerifolia*

BB.Cabezuelas reunidas de 3 o más; hojas con el lóbulo medio más largo que ancho..... 3.*P.orientalis*

Fowells (1965) cita otros nombres comunes: American planetree, buttonwood, sycamore, buttonball –tree.

2. Descripción botánica

a. *Platanus occidentalis* L.

Árbol de gran porte, de gran altura, con tronco liso, separándose la corteza en placas (Betts, 1954).

Es muy fácil de reconocer por su blanquecina corteza que se separa en largas y finas placas, las mismas caen irregularmente por lo que quedan en la corteza placas marrones y verdes que le dan a la corteza una apariencia de moteado (Wells y Schmidtling, 1965).

Las hojas tan largas como anchas generalmente cordadas en la base, de 10-20 cm. de largo, provistas de 3-5 lóbulos groseramente dentados (Parodi, 1959).

Las hojas son amplias, cubiertas de un vello rojizo al igual que las ramillas jóvenes, presentan cinco ángulos obtusos y acuminados.

La infrutescencia comúnmente es una, raramente puede presentar dos sobre cada eje colgante. Este hecho de que sus infrutescencias están por lo común reducidas a una en cada eje fructífero, fructifica en mucho menor grado que el *Platanus acerifolia*; lo que motiva a sustituirlo en las plantaciones de nuestras calles, debido a los síntomas de rinoconjuntivitis y asma estacional que produce la pelusa del fruto (Mottet et al., 1970).

b. *Platanus acerifolia* L.

Según Lombardo (1979) es un árbol que puede alcanzar una altura de 20 a 25 metros, presenta una copa globosa y extendida, con ramas cilíndricas, castañas, lenticeladas; tronco claro, la corteza de color amarillento verdosa se desprende en placas irregulares y delgadas (Lahitte et al., 1999).

Es un árbol muy decorativo por su copa piramidal, con un follaje verde-amarillento que junto con la corteza también del mismo color o cremoso, ofrece

atractivo aspecto, constituyendo una coloración clara que contrasta con las vegetaciones vecinas, por lo general más oscuras (Cozzo, 1950).

Las hojas son tan anchas o más anchas que largas, de 10-25 cm., con el limbo 3-5 lobulado, llegando los senos centrales hasta la mitad del limbo. Lóbulo central más profundo con los bordes inferiores paralelos y el ápice triangular acuminado; base de la hoja truncada o anchamente cordada (Parodi, 1959).

Las infrutescencias generalmente se presentan de a dos y de aproximadamente 3.5 cm. de diámetro (Parodi, 1959).

El número de infrutescencias puede llegar hasta 3 sobre cada eje colgante y el mes de floración en nuestro medio es septiembre (Lombardo, 1979).

Es una especie monoica, las flores aparecen antes o al mismo tiempo que las hojas y son unisexuales (Carnevale, 1955).

Es un híbrido entre *P.occidentalis y P.orientalis;* es posible observar las características de ambos antecesores, si bien con un predominio del primero de los nombrados (Parodi 1959, Sullivan 1994).

Para otros autores este árbol tiene un origen incierto, por su difícil identificación; sería un híbrido y se habría producido en Inglaterra en el siglo XVII (Cozzo, 1950).

Es cultivado en todo el mundo al ser rústico y presentar un rápido crecimiento (Cozzo, 1950).

El *Platanus acerifolia* es comúnmente utilizado en plantaciones urbanas debido a que se encuentra libre del ataque de hongos e insectos (Betts, 1954).

Otros aspectos por los cuales comúnmente se utiliza el *P.acerifolia*, para el arbolado de calles, plazas y avenidas, es debido a su rápido desarrollo y a la facilidad con que se multiplica mediante estacas. Presenta, sin embargo el gran inconveniente de producir trastornos alérgicos, ya sea por el abundante polen que produce o por la pelusa que se desprende de sus hojas y de sus frutos (Parodi, 1959).

Además de las espículas que se desprenden del fruto o cabezuelas maduras Carnevale (1955) cita como perjudicial la pelusa de las hojas en primavera.

Corresponden a esta especie los primeros árboles plantados en las calles de Montevideo; actualmente no se recurre a él, ya que los pelos que se desprenden de los frutos cuando se disgregan las infrutescencias ocasionan molestias (Lombardo, 1979).

Esta especie tolera atmósferas muy contaminadas de polvo y gases por lo cual es muy utilizada en ciudades, calles y parque además de presentar un crecimiento rápido (Kremer, 1990).

c. *Platanus orientalis* L.

Es un árbol de unos 20 metros de altura; tronco y corteza como *P.acerifolia;* es originario del Sureste de Europa hasta la India (Lombardo, 1979).

Esta especie es la única del género con distribución en Sudeste de Europa y Asia Occidental (López et al., 1969).

Los principales caracteres diferenciales de esta especie son sus hojas profundamente lobuladas y sus infrutescencias reunidas de 2 a 6; es muy raramente cultivada (Parodi, 1959).

Las hojas son muy variables, generalmente con cinco a veces tres o siete lóbulos agudos e irregularmente dentados, pubescentes por el envés y acompañadas de estipulas enteras y posee capítulos fructíferos en grupos de tres o cinco sésiles o pedicelados sobre largos pedúnculos colgantes (Mottet et al., 1970).

Fructifica regular y abundantemente en España, pero sus semillas están frecuentemente vanas (López et al., 1969).

d. Híbridos

De *Platanus occidentalis* se reconocen 2 variedades ella son: *Platanus occidentalis* var. *glabrata* muy común al este de Texas y *Platanus occidentalis* var. *attenuata* (Wells y Schmidtling, 1965).

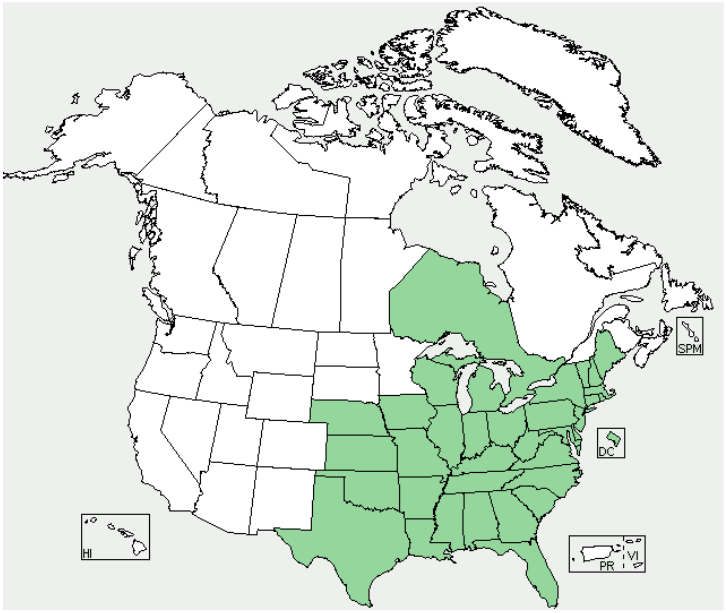
Mientras que *Platanus acerifolia,* es considerado frecuentemente un híbrido entre *P.orientalis* y *P. occidentalis.* Es similar en apariencia al *P.occidentalis*, pero la corteza presenta una coloración verde oliva y las infrutescencias se presentan preferentemente de a pares y no solitarias (Wells y Schmidtling, 1965).

Existe una variedad argenteo –variegata según Suttneri, citada por (Mottet et al., 1970), de hojas matizadas, pero poco decorativa y por consiguiente poco difundida.

3. Distribución natural del género

Las especies de *Platanus*, crecen en las regiones templadas del norte. Tres de las cuales crecen desde el sureste de Europa hasta India, y las otras se encuentran en Norte América, mayormente en México, 3 de ellas crecen en los Estados Unidos; pero sólo el *Platanus occidentalis* es importante en forestación (Wells y Schmidtling, 1965).

Figura No.2. Distribución en América del Norte del *Platanus occidentalis* L.



Fuente: Wells y Schmidtling (1965).

El *Platanus occidentalis* se presenta en todos los estados del Este de Estados Unidos excepto Minnesota. Se encuentra a través de la parte central de Iowa, en gran parte del estado de Illinois, y en el sudeste de la península de Michigan. Se extiende además por Canadá en la región norte del Lago Erie (Wells y Schmidtling, 1965).

Sin embargo se ha plantado con muy buenos resultados fuera de su rango natural en el sureste de Maine, en el sureste de Minnesota y en el este y sur de Iowa (Sullivan, 1994).

Mottet et al. (1970) cita que se poseen datos desde 1636, pero que es una especie poco cultivada. Es una especie muy útil para mantener los bancos de los ríos en su lugar (Betts, 1954).

Crece en elevaciones desde el nivel del mar hasta 300 metros en la parte norte mientras que en la parte sur de las montañas Apalaches pueden llegar a encontrarse hasta alturas de 750 metros.

En toda Europa crece muy bien el *Platanus híbrida*, a excepción de las zonas septentrionales y las más secas del sur y es muy utilizado para realizar plantaciones en las carreteras y las avenidas ciudadanas, este no se encuentra espontáneamente y es probable que sea un híbrido. Su origen es dudoso pero se estima antes de 1548 en el Sur de Italia (Mottet et al., 1970).

El *Platanus orientalis*, es nativo de la península Balcánica en valles rocosos y cerca de cursos de agua, a menudo se los planta en los pueblos del sur y sureste de Europa (Lahitte et al., 1989).

Según Phillips (1978) este árbol caducifolio seria nativo de Grecia, Bulgaria, Yugoslavia y Albania. Comúnmente plantado desde la antigüedad en Europa meridional y Oriente Medio particularmente en los pueblos donde se procuraba buena sombra que aprovechaban los habitantes en sus reuniones.

El plátano de Oriente se lo conoce en Asia Menor antes de 1548, en realidad es mucho menos frecuente que el *Platanus acerifolia* y muchos autores lo consideran una variedad (Mottet et al., 1970).

4. Ecología

Los plátanos son una de las especies más empleadas en las ciudades, porque soportan fácilmente el aire seco y contaminado y conservan por mucho tiempo su follaje, además de proporcionar sombra en las proximidades de viviendas (Mottet et al., 1970).

Comúnmente en la región de origen, crecen en tierras no apropiadas para la plantación, que probablemente no le aseguran los requerimientos necesarios para una plantación con fines comerciales (Johnson, 1985).

a. Edafología

Los plátanos son poco exigentes con la naturaleza del suelo; sin embargo, prefieren los suelos profundos y frescos o incluso húmedos; a veces se ven muy buenos ejemplares en tales condiciones (Mottet et al., 1970).

Se presentan mejores crecimientos a lo largo de arroyos, lagos, pantanos, es raramente encontrado en suelos áridos (Betts, 1954).

En Tennessee, el plátano solo es capaz de sobrevivir si las inundaciones son menos del 25 % de la estación de crecimiento (Wells y Schmidtling, 1965).

El crecimiento es optimo cuando las lluvias de verano son suficientes y permiten que en el suelo exista la suficiente aireación durante la estación de crecimiento (Boughner, 1955).

El plátano es tolerante a ciertas fluctuaciones en el nivel de agua, sin tener efectos en el crecimiento, esto se ha observado hasta niveles menores al metro de altura durante un periodo de 6 años (Wells y Schmidtling, 1965).

En terrenos de albardón en el Delta del Paraná y en suelos sueltos y profundos de la provincia de Buenos Aires, Córdoba y Mendoza forman pequeños grupos con criterio forestal (Cozzo, 1950).

b. Clima

El rango promedio de temperaturas para los plátanos varia entre 4 y 21º C y un rango promedio anual máximo y mínimo de 40º C a -34º C.

El promedio anual de precipitaciones varia entre 760 mm a 2030 mm, y el periodo libre de heladas comprende desde 100 hasta 300 días. La ocurrencia natural de está especie se encuentra limitada al Este de Norte América, probablemente; ya que en el norte ocurren muy bajas temperaturas en invierno y heladas; en cambio sucede que en el oeste, el clima más seco es el que limita la presencia de la especie (Wells y Schmidtling, 1965).

Lahitte et al. (1999) cita que resiste las bajas temperaturas y las heladas extremas en el delta del Paraná, también las sequias, pero no el calor intenso.

c. Especies asociadas al *Platanus occidentalis* L.

Los plátanos se desarrollan solitariamente o en pequeños grupos junto a otros árboles y raramente en rodales puros de grandes dimensiones. Los plátanos son árboles predominantes en diferentes tipos de cobertura forestal en donde entre los árboles asociados se incluyen: *Betula nigra*, *Acer rubrum, y Salix nigra* en sitios húmedos esto ocurre en el sureste de Nueva Inglaterra, sureste de Nueva York, Nueva Jersey, Oklahoma, Missouri (Wells y Schmidtling, 1965*)*.

Mientras que en otro tipo de cobertura en donde se encuentra asociada a *Carya sp.* y *Ulmus americana* a los que se encuentran asociadas las siguientes especie: *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica* (Sullivan, 1994).

Los plátanos en general son clasificados por presentar una tolerancia intermedia y una habilidad competitiva; pero sin embargo se lo considera como un árbol intolerante (López et al*.,* 1969).

Los plátanos tienden a reemplazar a las especies pioneras como ser *Alnus rubra* y *Salix nigra,* además compiten exitosamente con diversidad de especies como por ejemplo: *Populus sp., Salix sp.*, *Fraxinus sp, Ulmus sp* y *Acer rubrum.* Sin embargo, bajo condiciones de escasa luz, se encontró que los plantines de *Platanus occidentalis* eran menos tolerantes que *Ulmus alata* y *Ulmus americana* considerando el crecimiento en altura como parámetro de estudio (Wells y Schmidtling, 1965*)*.

5. Fisiología y reproducción de *Platanus sp.*

La especie florece en mayo en el norte de EEUU mientras que en el sur lo hace en marzo, la infrutescencia que contiene las semillas madura en setiembre y octubre cayendo las semillas en la primavera (Wells y Schmidtling, 1965).

La mayor parte de las semillas no germina porque son muy pobres en sustancias albuminoideas, por lo tanto tienen escaso poder germinativo (Carnevale, 1955).

Se multiplica por medio de estacas y estacones; las semillas no se utilizan debido a que su poder germinativo es muy reducido. Las mejores estacas son las ramas de 2 años, con 4-5 yemas, debiendo plantarse desde el momento de la defoliación hasta junio-julio, pues más tarde los resultados de la brotación son inferiores (Cozzo, 1950).

Las mismas deben de plantarse en vivero a la distancia de unos 20 cm en las líneas por 80 cm en la hilera. Para que el estaquero tenga éxito se requiere que no falte humedad del suelo durante un tiempo prolongado, hasta que las estacas den raíces y las plantas estén fuertes, debido a que la corteza es dura, no emiten tan fácilmente raíces, su posterior trasplante al lugar definitivo se hace a raíz desnuda colocando las plantas a 2 metros en todo sentido para la explotación de madera (Carnevale, 1955).

Las estacas, de aproximadamente 35 cm de largo, se entierran en surcos, en invierno, siendo indispensable para tener éxito que no les falte humedad durante la primavera y verano siguientes, ya que puede ocurrir que broten pero después se sequen (Helguera, 1945).

Según Mottet et al. (1970) los plátanos se pueden trasplantar hasta una edad avanzada, si han sido correctamente preparados en vivero.

El *Platanus occidentalis* comúnmente florece entre los 6 y 7 años de edad; producciones óptimas de semillas ocurren luego de los 25 años, y se producen cada 2 años, estas semillas no requieren tratamientos pre germinativos para alcanzar una efectiva germinación (Nesom, 2002).

La edad mínima para que el plátano comience a producir semillas es a los 25 años, mientras que el óptimo de la producción de semillas ocurre entre los 50 y 200 años, aproximadamente 440.000 semillas por kilogramo (Wells y Schmidtling, 1965).

Las heladas tardías comúnmente producen daños e incluso la muerte de las flores, hojas, y de las ramillas, reduciendo la cantidad de semillas producidas. Una vez que el fruto madura y se rompe, las semillas son transportadas lentamente por el viento, debido a los pelos que la recubren que cumplen su función a la hora de la dispersión. Asimismo, se suma el efecto que tienen los diversos pájaros que se alimentan de las semillas, y las diseminan en una menor extensión (Carnevale, 1955).

Por otra parte, la semilla es transportada por el agua y usualmente es depositada en las orillas, donde las condiciones usualmente son favorables para la germinación (Sullivan, 1994).

Una vez que el fruto madura, la semilla se encuentra en dormancia por lo que necesita un breve periodo de tiempo de estratificación para romper la misma, pero usualmente la capacidad de germinación es baja, según el Delta Research Center los porcentajes de germinación se encuentran en el siguiente rango de 41 a 57 por ciento (Wells y Schmidtling, 1965).

Nesom (2002) señala que las condiciones que no favorecen la germinación son suelos pesados, la escasez de luz, o temperaturas fuera del rango de entre 15 y 30 ºC.

Según Mc Dermott (1953) la germinación, es afectada por la luz, lo cual queda demostrado en un experimento realizado a temperaturas entre 23º y 27º C, la germinación bajo luz artificial fue de 17.5% y sólo un 3.1 % en la oscuridad. Por lo tanto, las semillas deben de recibir luz directa para poder sobrevivir.

Los suelos que favorecen la germinación del plátano, son suelos húmedos hasta inundados. Bajo condiciones favorables, se desarrolla un fuerte y extensivo sistema de

raíces que aparte de desarrollarse rápidamente, penetra profundamente en el suelo y se caracteriza por ser muy ramificado, bajo condiciones en que la luz no presenta restricciones (Wells y Schmidtling, 1965).

Un estudio realizado en tubetes con el fin de obtener resultados acerca del efecto que produce la saturación de los suelos luego de las inundaciones en el crecimiento de los plátanos y otros árboles, mostró que el plátano presenta una rápida recuperación después del detenimiento del crecimiento debido a la inundación; a lo que se adiciona otros resultados de otro experimento, que llegan a concluir un mayor desarrollo de raíces adventicias ante las mismas condiciones anteriormente mencionadas durante un periodo de 38 días (Hosner, 1959).

6. Tratamientos silviculturales

a. Métodos de repoblación natural

El *Platanus occidentalis* se puede regenerar a partir de semillas, rebrotes originados desde tocón o a partir de raíces. En las plantaciones destinadas para la producción de fibra, la fertilización es necesaria especialmente en rotaciones cortas.

Las plantaciones suelen intercalarse con legumbres u otras especies fijadoras de nitrógeno (Nesom, 2002).

Presenta una muy buena regeneración de copa, pero se observó que luego de dos cortas sucesivas los árboles mueren. Un alto porcentaje de tocones rebrota sin importar la severidad de la corta o el momento en que es llevada a cabo, se obtienen mejores resultados, es decir rebrotes más largos y con mayor peso cuando las cortas son realizadas en la estación de dormancia, con respecto a la estación de crecimiento (Nesom, 2002).

b. Métodos de repoblación artificial

Las plantaciones suelen hacerse con un marco de plantación de 5x 5 m ó 7 x7 m, y el aprovechamiento tradicional es la tala rasa y luego realizar el manejo de rebrotes, seleccionando los más aptos, para luego quedarse solamente con dos , o uno en el caso de querer obtener madera de calidad y diámetros superiores (Cozzo, 1950).

c. Cortas intermedias

La poda realizada en árboles de 9 años, extensamente espaciada no causó problemas serios de rebrotes. Como resultado de raleos pesados, se obtuvieron alrededor de 15 brotes epicórmicos a partir de las cepas de los árboles raleados (Cámara Hernández, 1980).

Un alto porcentaje de tocones rebrota, si la cosecha es realizada en la época de dormacia y no en la época de crecimiento (Nesom, 2002).

En plantaciones urbanas, los pelos de los frutos que se desprenden a fines del invierno cuando se deshacen las infrutescencias, forman una pelusa que causa daños, inconveniente que puede reducirse efectuando podas racionales, que disminuyan la floración o que eliminen las cabezuelas de frutos (Cámara Hernández, 1980).

7. Crecimiento

Pérez Castelli, citado por Cozzo (1995) realizó un estudio en el Delta del Paraná, a un rodal de *Platanus acerifolia* de 25 años de edad , con densidad equivalente a 900 árboles/ ha, obteniendo los siguientes resultados: altura promedio de 18 m y 35.6 cm. de diámetro, más un incremento en volumen de 21.8 m^3 /ha/ año en terreno de relleno y en otros menos profundos de la misma región a los 20 años alcanzaron entre 29 m y 31 m de altura y un diámetro de 30 cm.

Presenta un buen crecimiento y gran desarrollo pudiendo alcanzar entre 30 y 70 cm de diámetro (Cozzo, 1995).

Según Lahitte et al. (1999) los incrementos volumétricos en el Delta son de 22 a 25 m^3/ha/año.

Fowells (1965) considera al *Platanus occidentalis*, como un árbol de crecimiento rápido durante toda su vida, ya que alcanza una tasa de crecimiento diamétrico de 0.91 cm./año en donde es nativa.

Los rodales de *Platanus occidentalis* en Carolina del Norte de 17 años, en promedio en diámetro presentan más de 22.86 cm. y un promedio de altura de 21.33 m, por ello es considerada como la especie que crece más en diámetro con respecto a las especies de maderas duras de Norteamérica. El volumen total alcanzó a los 123 m^3 / ha discriminando 32.3 m^3/ ha para madera aserrada y 75.6 m^3/ ha para madera para pulpa (Wells y Schmidtling, 1965).

El crecimiento del *Platanus occidentalis* en diámetro supera ampliamente a otras especies americanas, si se encuentran ejemplares aislados el crecimiento puede llegar a

30 cm de diámetro, pero en plantaciones se encuentran diferencias ya que su copa es menor y libre de ramas y con crecimientos menores a los 24 cm (Sullivan, 1994).

En general, puede estimarse un crecimiento diametral de 1.5 a 2 cm. por año (Carnevale, 1955).

Lahitte et al. (1999) cita que el *Platanus acerifolia* presenta un rápido crecimiento aunque el mismo puede verse afectado considerablemente debido a la contaminación y a el maltrato del sistema radicular en las ciudades y áreas industriales.

8. Plagas y enfermedades de *Platanus sp.*

Muchos insectos se alimentan del plátano, pero ninguno de importancia económica. Sin embargo, se han observado severos daños en árboles plantados con fines paisajísticos. En el lugar de origen probablemente ningún insecto que ataca a los plátanos, ataca árboles en buen estado sanitario, pero cuando atacan reducen el vigor y ocasionalmente pueden ocasionar severas heridas y como consecuencia final la muerte de los mismos (USDA, 1965).

Los daños causados por factores abióticos son comúnmente confundidos con los daños causados por insectos y enfermedades, un ejemplo de ello es el daño causado por el ataque de antracnosis con los daños producidos por la helada (Wells y Schmidtling, 1965).

a. Daños causados por fuego

Esta especie es muy susceptible al fuego, esto es debido a que es la especie con el menor grosor de corteza, los daños ocasionados son heridas que se transforman en las vías de entrada para hongos e insectos (Sullivan, 1994).

b. Daños causados por insectos

Los insectos que atacan a los plátanos en nuestro país son los siguientes los primeros pertenecen al orden Lepidóptera, tienen escasa importancia económica se cita *Automeris coresus*, las larvas son las que causan daños, ya que consumen el follaje, pero el número de larvas sobre una planta es bajo y por ende las defoliaciones son menores.

Por otro lado la especie *Hylesia nigricans* (bicho quemador), perteneciente al mismo orden y familia produce daños pocos significativos ya que las larvas defoliadoras no alcanzan a destruir un número importante de hojas.

Se ha constatado la presencia de *Ceroplatidia grandis* (cochinilla cerosa), perteneciente al orden *Homóptera* y esta cochinilla se desarrolla sobre ramas finas, también pueden encontrarse ninfas sobre hojas; cuando el ataque es de entidad las ramas quedan cubiertas por aglomeraciones de insectos, lo que lleva a la reducción de la vitalidad de las mismas.

Otro insecto que ataca los árboles en pie, generando un sistema de galerías que quedan teñidas de un color negro, causando un daño tecnológico en la madera es *Platypus sulcatus*, perteneciente al orden Coleóptera (Bentancourt y Scatoni, 2000).

Los ejemplares de plátanos están frecuentemente sujetos al ataque de hormigas que causa disminución en el crecimiento y reduce la calidad de la madera (USDA, 1965).

En el país son comunes los ataques de hormigas, pertenecientes al Orden *Hymenoptera*, siendo la más importante la *Acromyrmex lundi* (hormiga cortadora común), en menor escala se citan los daños causados por: *Acromyrmex heyeri* y *Acromyrmex lobicornis* (Bentancourt y Scatoni, 2000).

c. Daños causados por hongos

La antracnosis es una enfermedad producida por un hongo (*Gnomonia veneta*), que ataca a los individuos debilitados por las podas mal hechas o por las heridas mal cicatrizadas; el clima de primavera, fresco y húmedo favorece a la misma, con la aparición de manchas pardas en las hojas, alrededor de las nervaduras (Mottet et al., 1970).

En Uruguay se ha detectado un hongo patógeno: Gnomonia *platani* que ataca a *Platanus occidentalis* y a *Platanus acerifolia* (Romero, 2004).

Los síntomas causados por este hongo van desde el marchitamiento de lámina foliar, marchitamiento de tallos y brotes, con un posterior desarrollo de cancros, pudiendo provocar la muerte de todo el pie, estos daños se comienzan a notar en primavera principalmente (Romero, 2004).

9. Propiedades de la madera

Se caracteriza por ser dura y de color blanco a marrón rojizo, el grano es fino y la fibra entrelazada tanto en su corte tangencial como perpendicular a los anillos de crecimiento, produce un veteado de gran impacto visual; es de destacar que esta características de color y veteado no pueden ser igualadas incluso por maderas de frondosas de mayor precio (Nesom, 2002).

En aspectos generales la madera presenta los anillos de crecimiento poco demarcados. El duramen es de color rojizo a blanco o gris, se diferencia de la albura.

La madera presenta porosidad difusa, los poros no son visibles a ojo desnudo y se encuentran vacíos (Tuset, 1970).

Presenta un brillo de medio a notable, la textura es homogénea, y grano derecho a entrecruzado, veteado pronunciado y jaspeado (Lahitte et al., 1999).

La textura es mediana a fina y con un peso especifico básico es de 0.38-0.58 - 0.65 g/cm^3 (Richter y Dallwitz, 2000).

Los radios leñosos son fácilmente visibles a ojo desnudo, en el corte transversal, se observan radios anchos y escasos mientras que en el corte tangencial se disponen de manera irregular y son más fácilmente visibles (Tuset, 1970).

El promedio del largo de las fibras es de 960-1600-2250 μm, las mismas presentan paredes de espesor medio (Richter y Dallwitz, 2000).

Se caracteriza por ser bastante estable y no requiere cuidados especiales en el secado y el estacionamiento (Lahitte et al., 1999).

Presenta tendencia al acanalado y agrietamiento en los extremos y es fácilmente impregnable; es durable en el contacto con el suelo y no es atacada por insectos xilófagos (Lahitte et al., 1999).

Carnevale (1955) menciona que no es de larga duración en la tierra, pero en el aire y al abrigo, es tan durable como la de haya.

Se trabaja con facilidad pero puede llegar a desgarrarse en las zonas de los radios leñosos; admitiendo favorablemente el uso de colas, barnices y lustres (Lahitte et al., 1999).

10. Usos

La madera es poco empleada en la industria; pero por sus características es parecida a la de haya (*Fagus sylvatica)*, aunque es menos flexible, de mejor aspecto y color (Carnevale, 1955).

La madera es de color rosado hasta parduzco en los árboles de edad, es jaspeada, lo que le proporciona un bello aspecto, lo que la convierte en buena para muebles y construcciones (Helguera, 1945).

La madera también es utilizada en ebanistería, carpintería, fábrica de armas, además de ser un excelente combustible (Mottet et al., 1970).

Según Lahitte et al. (1999) se emplea en carpintería, mueblería, chapas decorativas, pisos, mangos y cabos de herramientas, marcos de puertas, ventanas y molduras.

La madera de *Platanus occidentali*s es muy utilizada para la producción de pulpa debido a que se planta en rotaciones cortas donde crece y se regenera rápidamente , también es utilizada para muebles, pisos, cajas, tableros de partículas y fibras (Nesom, 2002).

La madera de *Platanus acerifolia* es muy utilizada para el contrachapado (Phillips, 1978).

La madera *Platanus orientalis* sometida a un cuidadoso secado previo, se puede emplear en ebanistería, carpintería, y también es utilizada para la construcción de pequeñas embarcaciones y remos (López et al., 1969).

El plátano se utiliza para restaurar suelos degradados, y se planta en aquellos sitios donde hubo actividad minera, y en suelos saturados (Nesom, 2002).

Esta especie a parte de ser muy utilizada como ornamental, se utiliza para la formación de cortinas contra el viento y para sombra (Lahitte et al., 1999).

11. Mercados y precios

En el mercado de latifoliadas se consideran varias especies promisorias como por ejemplo: *Liquidambar styraciflua* (liquidámbar), *Acer pseudoplatanus* (Arce sicomoro), *Castanea sativa* (castaño), *Junglans regia* y *J. nigra* (Nogal común y negro) (Loewe y González, 2002).

A nivel internacional el mercado más promisorio es sin duda el mercado asiático según las cifras de las exportaciones desde los países norteamericanos, sin embargo

Europa y Norteamérica son potenciales compradores debido a la intensa comercialización.

Es de destacar que si bien el mercado norteamericano cuenta con abundancia de maderas nativas, la importancia radica en poder acceder a maderas provenientes de bosques manejados (Loewe, 2002).

El precio promedio de las trozas aptas para chapas decorativas es considerablemente más alto con respecto al precio de trozas aserrables. Las especies más valiosas para la elaboración de chapas son el encino rojo, el nogal y el fresno, para los cuales el promedio supera los 350 U$S /$m^3$ (Loewe y González, 1998).

A partir de información brindada por comerciantes vinculados a nuestro medio, reconocen que no existe en el mercado local un precio real para la madera de *Platanus sp*.

De existir, probablemente su precio oscilaría entre U$S 240 y U$S 260/m^3 de madera aserrada.[1]

D. PROYECTOS DE MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

A consecuencia del incremento en las actividades humanas, se han aumentado las concentraciones de los gases que causan el efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, oxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, y hexafluoruro de azufre) y por ende el calentamiento de la atmósfera y de la superficie terrestre (Beaumont y Merenson, 1999).

Los proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio, surgen a partir de la toma de conciencia realizada por la Organización de las Naciones Unidas en una convención marco con respecto al cambio climático, en la reunión que mantuvieron diversos países en la Cumbre de la Tierra (1992), posteriormente en 1997 en este mismo marco surge el protocolo de Kioto, un acuerdo, en el cual se establece que los países industrializados se comprometían a reducir sus emisiones de 6 gases de efecto invernadero para el periodo comprendido entre el 2008 y el 2012 (ONU, 1998).

Los proyectos de MDL surgen para la mitigación del cambio climático vinculando a países industrializados con países no industrializados para unir esfuerzos para lograr la estabilización de las concentraciones de gases, promover la gestión sostenible y conservación de los sumideros de carbono (Oyhantçabal, 2006).

[11] Escudero, R. 2007. Com. personal.

Para alcanzar el objetivo de reducir y limitar las emisiones; se fomenta el establecimiento de acuerdos entre países receptores de inversiones, y países inversores, los cuales harán uso de las RCE (Reducciones Certificadas de Emisiones) y contribuirán al desarrollo de los primeros; tal como quedo establecido en la Convención de Cambio Climático.

Martino (2004) cita que los árboles absorben importantes cantidades de anhídrido carbónico como insumo para el proceso de fotosíntesis. Por lo tanto es un hecho que la forestación colabora en la disminución del efecto invernadero, retirando el carbono de la atmósfera.

Uruguay tiene gran potencial para el desarrollo de MDL en el sector forestal ya que presenta abundancia de tierras aptas, baja densidad de población, alta tasa de crecimiento de los árboles y un sector forestal desarrollado en base a un manejo forestal sostenible (Martino, 2004).

Como posibles proyectos de captura de CO_2 en biomasa arbórea se citan: la forestación asociativa con la ganadería con participación de pequeños y medianos productores y la forestación a turnos más largos para madera con destino aserrío.

Estos proyectos se clasifican según los objetivos planteados: por un lado los que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y otros que capturan CO_2, cada uno produce certificados permanentes y temporarios respectivamente.

La diferencia en el beneficio que obtiene la atmósfera en la situación “con proyecto” y la situación “sin proyecto” es lo que puede cuantificarse como créditos de carbono capaces de ser colocados en el mercado.

La ejecución de un proyecto MDL, cuenta con 2 etapas: la fase de diseño en donde se elabora el documento del proyecto, posteriormente es validado por parte de la Entidad Operacional Designada y se registra el mismo en la Junta Ejecutiva (URUGUAY.MGAP-AECI, 2006).

Seguidamente la fase de operación que consiste en el monitoreo, verificación y certificación por parte de la Entidad Operacional Designada y finalmente la expedición de créditos por la reducción certificada de emisiones (CER`s) del proyecto MDL (URUGUAY. MGAP-AECI, 2006).

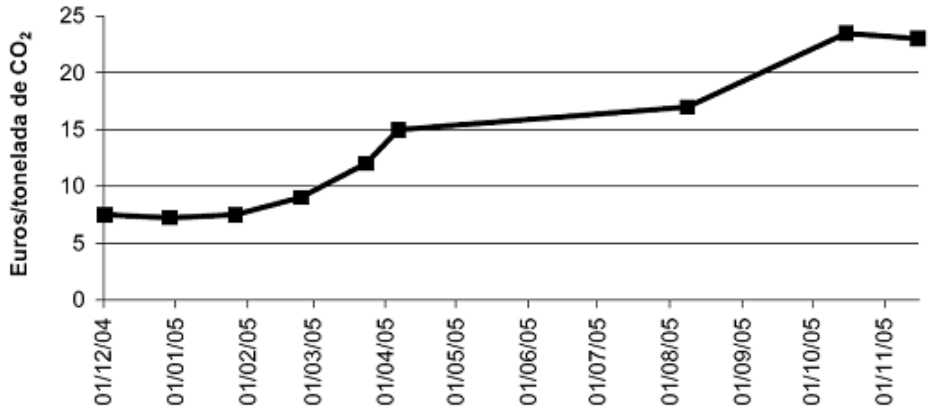
Sin duda el cambio climático es un desafío ambiental, que se trata de mitigar con este tipo de proyectos, los mismos permiten crear un mercado que reconoce el valor de un servicio ambiental (Oyhantçabal, 2005).

Este es un mercado emergente, se estima que entre 2008 y 2012 se demandarían entre 278 y 880 millones de toneladas anuales de créditos de carbono MDL, que en

términos económicos se traduce en 270 y 10.000 millones de dólares datos provenientes de la Asociación Internacional de Comercio de Emisiones (Oyhantçabal, 2005).

El mercado europeo es el más desarrollado, ya que cuenta con un Sistema de Comercio de Emisiones, donde los precios rondan el entorno de los 23 euros la tonelada de CO_2. Sin embargo los certificados temporarios alcanzan un precio inferior, tenderán a converger a los precios antes mencionados a medida que se haga fluido el mecanismo (Oyhantçabal, 2005).

Figura No. 3 - Evolución del precio de la tonelada del CO_2 en el mercado de la Unión Europea (en euros).



Fuente: elaborado en base a datos de Point Carbon y Nordpool, por Oyhantçabal (2005)

Como beneficios se plantean la incorporación de ingresos adicionales y mejora de la rentabilidad por la venta de los certificados, además se cita el aporte de ingresos periódicos anticipados, sin duda esto puede contribuir al acceso al rubro para pequeños y medianos productores.

Sin duda en este momento el país esta dando sus primeros pasos en esta materia, el MGAP cuenta con una unidad especializada en la promoción de estos proyectos Unidad de Proyectos Agropecuarios de Cambio Climático (UPACC) y existen algunas empresas a nivel privado.

Para contabilizar el carbono en el componente arbóreo del ecosistema forestal, se indican dos vías, una vía es: a partir de la estimación del volumen y conociendo la densidad de la madera se determina la biomasa de cada individuo. Esta biomasa, mediante la aplicación de factores de expansión se transforma a biomasa total del sistema o del estrato arbóreo y con factores de reducción se logra la contabilización del carbono.

Otro camino para estimar el carbono en el estrato arbóreo se inicia con la estimación de la biomasa comercial o total dependiendo de la disponibilidad de funciones estimadoras. A esta biomasa se le aplica factores de expansión y de reducción obteniéndose el carbono acumulado (Gayoso et al., 2002).

Es de destacar que la venta de carbono ya es una realidad; en nuestro país se cita el caso de la Caja Bancaria del Uruguay, que en febrero 2008 comercializó por medio de Grenoxx Global Environmental Program 678.700 toneladas de CO_2 con un precio de 4 U$S la tonelada y posteriormente en abril de ese mismo año se comercializó 277.905 toneladas a un precio aún más elevado de 6.10 U$S/ton.

El tema merece desarrollarse en profundidad debido a su complejidad pero escapa a los fines de esta tesis. Asimismo, se trato de plantear los aspectos fundamentales del mismo y los posibles impactos que podría representar la comercialización de bonos en la renta de los productores.

III. MATERIALES Y METODOS

A. TRABAJO DE GABINETE

1. Elección de los rodales

Se comenzó recabando la mayor cantidad de información acerca de los rodales existentes en el país y la ubicación de los mismos.

La identificación de rodales fue realizada gracias a la información brindada por el personal vinculado a las empresas forestales, a la Escuela de Silvicultura, y a los profesores a cargo de esta tesis.

Se apuntó al estudio de rodales representativos de una situación productiva descartándose el estudio de ejemplares ornamentales, ya que el objetivo de este trabajo, se trata de estudiar aspectos vinculados a la producción comercial.

2. Elaboración de las planillas de campo

Las planillas fueron diseñadas, en base al formulario de Casella et al. (1993) para poder recabar toda la información referente al predio, a los rodales y a los tratamientos de los mismos (Anexo No. 2).

Para la descripción del perfil de suelos se elaboró otra planilla (Anexo No.3).

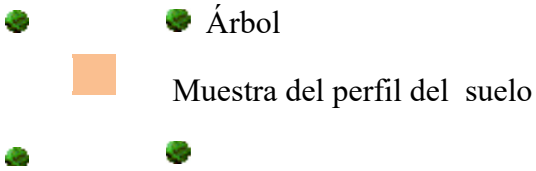
3. Tamaño de muestra

El criterio de representatividad aplicado fue propuesto por Sganga y utilizado en la tesis de Perdomo y Roncagliolo (2000) el cual establece que cada unidad muestral está compuesta por 4 árboles dominantes y codominantes dentro del rodal y la muestra de suelo es obtenida del centro.

Se seleccionaron estos individuos porque la altura de estos, es casi insensible a las diferencias de densidad de plantación y porque se busca analizar los mejores exponentes para evaluar el potencial productivo de un sitio y evaluar el crecimiento.

Se evitaron los árboles de borde, bifurcados, y los ejemplares que no se encontraban en buen estado, registrando los ejemplares característicos de cada uno de los rodales en estudio, buscando la representatividad y homogeneidad en los mismos.

Figura No. 4. Representación esquemática del sitio de extracción de la muestra en cada rodal



B TRABAJO DE CAMPO

1. Medición de la altura total, diámetro a la altura del pecho y espaciamiento.

Para la medición de altura total y comercial, se utilizó el clinómetro de Blume - Leiss, a una distancia de 20 metros, en ciertos casos se realizaron medidas de todos los ejemplares presentes en la parcela de estudio, pero en todos los casos evaluados se registro la altura de los 4 árboles representativos.

En el caso de altura comercial se consideró un diámetro límite de 12 cm. aproximadamente según el rodal, en todos los casos estableciéndose como referencia el hecho de poder obtener al menos una troza a ese diámetro.

El diámetro a la altura del pecho (DAP) se obtuvo mediante la forcípula común, en los casos que se consideró necesario, se realizaron dos mediciones perpendiculares entre sí para luego con ambas realizar la media aritmética.

El marco de plantación se midió con cinta métrica.

Con la ayuda de un GPS se marcaron las coordenadas correspondientes a la ubicación de cada rodal.

2. Determinación de las características dendrométricas y tratamientos de los rodales

Características dendrométricas

- rectitud del fuste
- abundancia de ramas y
- ángulo de inserción de ramas (asignándose números 1, 2 y 3 para ángulo de inserción recto, medio y agudo respectivamente).

Tratamientos silviculturales (intensidad y sistemas utilizados)

- podas
- raleos
- corta final

Con la ayuda de informantes calificados, se consiguió información acerca de los tratamientos post-plantación realizados como por ejemplo control de hormigas, fertilización u otros, y en la fecha en que los mismos fueron llevados a cabo; lamentablemente no siempre se pudo obtener dicha información.

Se registró el estado sanitario de los ejemplares presentes en el rodal, si presentaban algún tipo de daño realizado por factores bióticos o abióticos además de observar si se evidenciaba regeneración natural y fructificación de los mismos.

En aquellos casos en que se constató pérdidas de árboles se trató de estimar las posibles causas y establecer un porcentaje de las mismas.

3. Medición del espesor de corteza y determinación de la edad de los rodales

Para la medición del espesor de corteza, se utilizó un medidor de corteza. Se tomaron dos mediciones de los cuatro ejemplares, y se promediaron los datos recabados.

Posteriormente con un calador de Pressler se seleccionaba uno de los árboles representativos, para la extracción de una probeta de incremento radial a 1.30 metros del suelo a los efectos de conocer la edad del rodal. Dichas muestras fueron identificadas, acondicionadas en papel y posteriormente colocadas en bolsas de plástico.

La edad de los rodales en ciertos casos fue suministrada por el personal de las empresas. Todos estos datos antes mencionados se recabaron sobre la planilla de campo que se presenta en el anexo No.2.

4. Recolección de muestra de suelos y descripción.

Se extrajo un perfil de suelo, con el taladro tipo “holandés”.

Con el perfil rearmado en el sitio se obtuvieron los siguientes datos:

- horizonte
- profundidad (cm)
- textura
- color
- presencia de moteados, concreciones ($CaCO_3$, Fe, Mn) y revestimientos.

A continuación se recolectaron las muestras en bolsa de nylon y fueron etiquetadas según numero de observación y horizonte correspondiente. En cada muestra se representa un horizonte A, B y C este último en los casos que fue posible, ya que a veces excedía la profundidad del taladro (1.20 m).

5. Determinación de los factores asociados al suelo

Se estableció en cada sitio de estudio los datos de terreno correspondientes a

- forma del paisaje
- posición topográfica
- exposición
- pendiente (%)
- rocosidad y pedregosidad

Propiedades inferidas

- drenaje natural
- riesgo de sequia
- riesgo de erosión
- fertilidad natural

Otros

- vegetación natural y asociada
- profundidad de arraigamiento (cm)
- profundidad efectiva (cm)

Todos los datos de descripción de suelos y factores asociados fueron recabados en la planilla de descripción del perfil en Anexo No.3.

C. TRABAJO DE LABORATORIO

1. Preparación de las muestras

Con las muestras de suelo obtenidas en el campo y con su respectiva identificación se procedió a la preparación en el laboratorio de la División de Suelos y Aguas perteneciente al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (M.G.A.P), en donde cada horizonte fue secado en estufa a una temperatura de 35º C, posteriormente molido y preparado para realizar los análisis químico correspondientes.

2. Análisis químicos

Una vez que las muestras estaban acondicionadas debidamente fueron realizados los análisis químicos correspondientes.

De cada horizonte se obtuvieron los siguientes datos

- pH H_2O y KCl
- materia orgánica (%)
- bases: calcio, magnesio, potasio y sodio (meq /100 gr. de suelo)

3. Análisis de densidad

En el laboratorio de Facultad se procedió a realizar los análisis de las muestras obtenidas con el calador de Pressler, se llevó cada una de las muestras a peso saturado en agua y se halló el peso saturado en una balanza de precisión.

Luego las muestras se secaron hasta llegar al peso anhidro, en un horno a una temperatura de 103 ± 2 ºC durante 24 horas, posteriormente se espero hasta que las muestras se enfriaran y se pesaron para obtener el dato de peso anhidro.

4. Estimación de edad de los rodales

Posteriormente las probetas fueron lijadas en forma manual aplicando lija de madera ½ para eliminar asperezas y para obtener nitidez suficiente para poder distinguir entre los anillos de crecimiento.

Luego en Facultad de Química, con la ayuda de un scanner, se procedió a escanear cada una de las probetas con el fin de poder medir leño temprano, leño tardío y total de cada anillo de crecimiento.

Para la medición de los anillos de crecimiento se utilizó el software de análisis de imágenes de dominio público Image J v1.38 (Rasband, 2008) pero no se obtuvieron resultados ya que no se pudo distinguir los mismos.

D. CÁLCULOS

1. Determinación de volumen total y comercial.

$$Vt\ c/c = \pi/4 * (DAP\ c/c)^2 * Ht * FF$$

$$Vc\ c/c = \pi/4 * (DAP\ c/c)^2 * Hc * FF$$

Donde:

Vt: volumen total con corteza en m^3

Vc: volumen comercial con corteza en m^3

DAP: diámetro a la altura del pecho (m)

Ht: altura total (m)

Hc: altura comercial (m)

FF: factor de forma utilizado (0.5)

2. Determinación de DAP sin corteza, factor y proporción de corteza.

$$DAP\ s/c = DAP\ {}^{c}/_{c} - 2\ Ec$$

$$\text{Factor de corteza } (K^2) = \frac{\text{DAP c/c}}{\text{DAP s/c}}$$

$$\text{Proporción de corteza} = 1 - 1 / K^2$$

DAP $^{c}/_{c}$ = diámetro a la altura del pecho con corteza

DAP $^{s}/_{c}$ = diámetro a la altura del pecho sin corteza

Ec = espesor de corteza

3. Determinación de I.M.A diamétrico y volumétrico.

$$\text{I.M.A. diamétrico} = \frac{\text{DAP (cm)}}{\text{Edad (años)}}$$

$$\text{I.M.A. volumétrico} = \frac{\text{Volumen total } (m^3)}{\text{Edad (años)}}$$

4. Determinación de la densidad básica.

Por último se realizó un análisis de densidad, el cual se llevó a cabo con la siguiente formula extraída de la tesis de Cabris (2004).

$$d_{0,g} = \frac{P0}{Vs} = \frac{1}{\frac{Ps}{} - 0.347}$$

P_0

donde :

$d_{0,g}$ es la densidad básica de la madera
P_0 es el peso anhidro
P_s es el peso saturado

5. Determinación del carbono fijado

Se consultó al Ing. Agr. Daniel Martino, que brindó la ecuación para el cálculo del stock de carbono en un bosque.

CO_2 fijado = área (ha) x vol. de madera (m^3/ha) x densidad básica (Mg/m^3) x factor de expansión de biomasa (sin unidades) x (1+ relación de peso de raíz /peso de parte aérea) x fracción de carbono x 44/12= Mg CO_2 / ha.

El factor de expansión surge por defecto del documento del IPCC (2003) en el anexo No.3 A; de la tabla No. 3 A 1.10; el valor promedio utilizado es 1.4. Se asume que la fracción de carbono es 0.5.

Es de destacar que este dato es aproximado y consiste en una estimación, ya que solamente fue realizado con datos de fuste; se debería realizar apeado de ejemplares y mediciones de ramas, hojas y raíces para obtener un cálculo más exacto.

IV.RESULTADOS

A continuación se muestran cada uno de los rodales identificados, señalando la información recabada en el campo y los datos aportados por técnicos o encargados.

La información variará de acuerdo al acceso que se obtuvo a la misma para cada caso y la posibilidad de efectuar análisis de suelos y mediciones.

Los rodales que se detallan son aquellos identificados mediante la búsqueda personal ejecutada, pudiendo existir otros que por falta de información quedaron fuera de esta tesis.

La principal limitante que se señala es la falta de información o de informantes calificados para poder realizar una recolección de datos más precisa. Del mismo modo a efectos de realizar el análisis de parámetros se tuvieron que utilizar supuestos a manera de simplificar o por el hecho de no contar con la información exacta, lo que permite realizar estimaciones.

A. ESTUDIO DE CASOS

1. Caso No. 1

El siguiente rodal se ubica en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt (E.E.B.R.) perteneciente a la Facultad de Agronomía, la misma se encuentra ubicada en el kilómetro 408 de la ruta 26, en la 6ta. Sección Judicial, a 25 Km. de la ciudad de Melo.

Una pequeña área de la estación experimental, se destina a ensayos de introducción de especies, entre las cuales se citan especies de interés para este trabajo como ser *Platanus occidentalis*.

El rodal se encuentra a 32º 34´ latitud S y 54º44´ longitud W, y una altitud de 95 m sobre el nivel del mar.

Se puede observar en el anexo No. 4, el croquis de ubicación del padrón y su croquis CONEAT correspondiente, con un punto se señala donde se realizó la parcela de muestreo.

La estación experimental ocupa un área de 997 ha, de las cuales unas 80 ha están destinadas a plantaciones forestales experimentales.

Como se puede apreciar en el mapa la E.E.B.R se encuentra ubicada en el padrón No. 21 del departamento de Cerro Largo.

La zona de estudio se localiza en el grupo CONEAT 13.32, se caracteriza por presentar un relieve de lomadas fuertes, con pendientes de 4 a 5% (URUGUAY. MGAP, 2004).

Los suelos allí presentes son Brunosoles Eútricos Típicos muy profundos, de color gris muy oscuro, textura arcillo limosa, bien drenados y fertilidad alta. El material geológico esta formado por sedimentos finos de la formación Yaguarí o depositados sobre ésta (URUGUAY. MGAP, 2004).

Los suelos dominantes son Brunosoles Eútricos Típicos (Praderas Negras), profundos, de color negro, textura franca, bien drenados y fertilidad alta y Vertisoles Háplicos (Grumosoles) moderadamente profundos de color negro, textura arcillosa, bien drenados y fertilidad muy alta. Predomina una vegetación de pradera invernal (URUGUAY. MGAP, 2004).

Debido a que se han realizado estudios de suelos en la zona de ubicación del rodal se adjunta el análisis previamente realizado, el cual se complementará con la información recabada y con el análisis de suelo realizado.

Cuadro No. 4. Descripción del perfil de suelo de la E.E.B.R.

0-13 cm.	Negro a gris muy oscuro (10YR2.5/1); franco estructura granular fina moderada a débil.
13-45 cm.	Negro (10YR 2/1); arcillo arenoso muy fino; estructura de bloques medios moderados.
45-75 cm.	Gris oscuro a gris (10YR 4.5/1); franco arcillo arenoso; estructura de bloques medios moderados; algunas concreciones de $CaCO_3$.
75 + cm.	Gris parduzco claro (2.5Y 6/2); franco arcillo arenoso: masivo ; abundantes concreciones de $CaCO_3$

Fuente: Departamento de Suelos y Aguas de Facultad de Agronomía (2006).

El perfil extraído constaba de un horizonte A de un espesor de 15 cm de color negro, de textura franco limoso arcillosa, posteriormente se determino un horizonte A_2 en el cual se verificó la presencia de una napa colgada, un cambio en la textura que se hacia más arcillosa, para finalizar con un horizonte Bt a partir de los 48 cm., de un color gris claro, con una textura más arcillosa arenosa, con presencia de concreciones, en todo el perfil se destaca la ausencia de revestimientos y moteados.

Cuadro No.5. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de E.E.B.R.

Espesor (cm)	Hor.	pH			*	**	**	**	**
		H_20	KCl	M.O.	P	K	Ca	Mg	Na
0-15	A1	7.5	6.7	8.4	5	0.40	19.9	3,1	0.29
15-48	A2	8.3	7.2	4.4	3	0.21	17.6	2.4	0.85
48 a +	Bt	8.7	7.4	1.0	3	0.31	27.9	3.0	0.94

Fuente: elaboración propia en base a datos de la División de Suelos y Aguas (2006).

*Partes por millón

** Mili equivalente por 100 gramos de muestra.

A continuación se detallan los antecedentes del ensayo, que surgió a los efectos de evaluar el comportamiento de otras especies, el USDA donó (5 gramos de semillas), las cuales fueron sembradas en Montevideo, y se seleccionaron los 20 mejores individuos por crecimiento en almacigo.

Con este material seleccionado se hicieron estacas, que se multiplicaron. Al siguiente año, se evaluaron nuevamente y se seleccionaron los 4 mejores clones, los de mejor promedio de altura. Con los clones seleccionados se hicieron estacas destinadas a la plantación.

Se instaló la parcela experimental en el año 1979, con un marco de plantación de 4 x 4 m por lo que al momento de la medición el rodal tenía 27 años de edad.

El ensayo llevado a cabo en la estación Bernardo Rossengurtt, consistía en realizar 4 repeticiones de los 4 clones por lo que se iba a contar con 16 estacas de cada clon, que se distribuirían al azar.

Las estacas y barbados se clasificaron y estos últimos se colocaron en el borde sur.

En el resto de la superficie dedicada a la plantación, se colocaron las estacas provenientes de la parte del centro del tallo, y se plantaron esquejes en el borde Este a una distancia de 1 metro.

Los mismos se colocaron a 4 metros de los árboles que conforman el monte y a 15 metros de los árboles linderos en este caso *Pinus elliotti*. La superficie del ensayo correspondiente a este estudio es de 64 x 64 m (4096 m^2).

A los efectos de establecer si existía alguna diferencia en cuanto a crecimientos en diámetros observados en función del material de propagación empleado se midieron todos los ejemplares presentes en el rodal.

Cuadro No.6. DAP de *P. occidentalis* obtenidos a partir de barbados.

Nº de árbol	DAP (cm)	DAP (cm)
1	22.5	26.5 *
2	28	
3	37.5	
4	36	
5	29	
6	31	
7	41.2	
8	35	26.2 *
9	33	
10	25.8	35*

* bifurcado a 1 m de altura.

El DAP promedio de barbados fue de 32.12 cm.

Cuadro No.7. DAP de *P. occidentalis* obtenidos a partir de esquejes.

Nº de árbol	DAP (cm)	Nº de árbol	DAP(cm)	Nº de árbol	DAP(cm)
1	26•	12	19 •	23	23•
2	19.7	13	30	24	25
3	26.3	14	20.4	25	13.5
4	9.5	15	8	26	16
5	20 •	16	21.3	27	19
6	9.5	17	30	28	26.5
7	11.1	18	12.7	29	11
8	32.5	19	21.5	30	22.5
9	25.3	20	16.3	31	28.3
10	22	21	24	32	12
11	26	22	22	33	39.2

• presencia de epifitas

El DAP promedio de esquejes fue de 20.88 cm.

Cuadro No.8. DAP de *P. occidentalis* obtenidos a partir de estacas.

DAP (cm)												
27	11	12.8	*	*	*	*	32.5	*	*	15	20	29.5
27.2	*	25	28.1	*	31.5	*	32.5	23.5	*	24	*	27

*	*	*	29.6	30	*	22.6	33	*	28	32/26	28	20/14
17	25	22	27.4	*	24.1	*	21	*	*	17	25.5	18
15	28.3	*	*	*	*	*	*	30	*	30.5	16	20
13	22	16	29	*	*	33	*	*	*	*	*	24.3
Seco	*	*	*	*	33	*	23	24	32	*	32	20.1
23.4	*	*	*	33.4	32/27	*	25.3	24.1	*	30	*	18.5
23	23/21	*	31/27	32	19.5	*	26	19.5	*	*	28.3	30.1
*	30	*	18	40	*	22	*	*	11.7	29	*	20/19
*	*	*	17	24.5	*	*	29	*	*	*	*	32.5
*	*	*	27	26.5	16	*	23.5	*	*	*	29	26.6

* ausente

El DAP promedio de estacas fue de 24.78 cm.

Cuadro No.9. Diámetro promedio, altura total y comercial de P. occidentalis

Nº de árbol	DAP 1 (cm)	DAP 2 (cm)	Promedio (cm)	Ht (m)	Hc (m)
1	23.2	21.8	22.5	18	10
2	24.5	26.6	25.5	17.5	8.5
3	20.5	19	19.8	17.5	10
4	34	32.1	33.0	20	13

Se tomaron dos espesores de corteza para 2 árboles obteniéndose los siguientes valores: 0.4 y 0.5 cm respectivamente.

Figura No. 5. Vista general del rodal de *P.occidentalis* de la E.E.B.R.

Cuadro No. 10. Estimación de parámetros dasométricos a partir de *P. occidentalis* de la E.E.B.R.

H total promedio (m)	18.25
H comercial promedio (m)	10.37
DAP promedio (cm)	25.21
Vol. total (m^3)	0.455
Vol. comercial (m^3)	0.258
Espesor de corteza promedio (cm)	0.45
Factor de corteza	1.03
Proporción de corteza	0.03
DAP s/c (cm)	24.31
I.M.A diamétrico (cm/año)	0.93
I.M.A volumétrico (m^3/año)	0.016
I.M.A volumétrico comercial (m^3/año)	0.009
Densidad básica (g/cm^3)	0.511

Carbono almacenado ($MgCO_2$/ha)	75.03

Cuadro No.11. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para *P.occidentalis.*

Nº de árboles	Sup. (ha)	Nº arb /ha	Vol. total (m^3/ha)	Vol. comercial (m^3/ha)	I.M.A volumétrico total (m^3/ha/año)
126	0.4096	307	139.68	79.45	5.17

Los árboles se encontraban en buen estado sanitario, no se apreció regeneración natural en el rodal. Se señala falta de rectitud de los fustes y la abundante presencia de ramas finas con ángulo de inserción medio.

Los tratamientos silviculturales que se realizaron fue una poda baja, hasta la altura del brazo en 1990, actualmente se estaría evaluando realizar la corta final.

2. Caso No.2

Se visitó un establecimiento perteneciente a la empresa Compañía Forestal Uruguaya Sociedad Anónima (COFUSA) en el departamento de Rivera, sobre la ruta Nº 5 en el kilómetro 490, a 30 metros de la misma ruta. Se encuentra a 30º97´ latitud S y 55º 57´ longitud W. Se puede observar en el anexo No.5, el croquis de ubicación del padrón y su CONEAT correspondiente, con un punto se señala donde se realizó la parcela de muestreo.

Como se puede apreciar en el mapa la plantación se encuentra ubicada en el padrón Nº 43 de Rivera, con una superficie de 53.34 hectáreas. El material geológico esta constituido por areniscas de Tacuarembó.

La zona de estudio en donde se localiza la plantación le corresponde el grupo CONEAT 7.2, se caracteriza por presentar un relieve de lomadas fuertes, con pendientes de 10 a 15% (URUGUAY.MGAP, 2004).

Los suelos dominantes son Inceptisoles Melanicos/Umbricos moderadamente profundos, de textura franco arenosa, color pardo muy oscuro, fertilidad muy baja y bien drenados (URUGUAY.MGAP, 2004).

La empresa, con el fin de lograr un efecto visual atractivo, y contribuir a la estética del paisaje, comenzó en el año 2003 la plantación de *Liquidambar styraciflua* junto con *Quercus palustris*, estas especies se combinaron de modo de lograr diferentes tonalidades y por sus diferencias en cuanto a la morfología, colorido y persistencia de las hojas. A tales efectos se diseño una plantación de 3 x 3m en donde se plantaba intercaladamente filas de dichas especies.

Se encuentra localizado en una ladera alta convexa de exposición sur, el perfil de suelo analizado alcanza una profundidad de aproximadamente 1.10 m, en el mismo no se detectaron diferencias significativas en cuanto al color solamente se aclaraba en profundidad.

Como propiedades se cita el riesgo de erosión que se clasificó en medio-alto, la fertilidad natural muy baja de acuerdo a que son suelos ácidos lixiviados con poco contenido de materia orgánica, pero se destaca la profundidad efectiva que alcanza a más de 1 metro. A continuación se muestra los resultados obtenidos en el análisis de suelo.

Cuadro No.12. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de COFUSA

Espesor (cm)	Hz	pH			*	**	**	**	**
		H_20	KCl	M.O.	P	K	Ca	Mg	Na
0-20	A1	4.8	4.0	1.2	3	0.07	0.07	0.2	0.03
20-70	A1	4.0	4.2	0.9	5	0.13	0.13	0.3	0.03
70 -1.10	A1	4.9	4.0	1.4	2	0.20	0.20	1.3	0.05

Fuente: elaboración propia en base a datos de la División de Suelos y Aguas (2006).

* Partes por millón

** Mili equivalentes por 10 gramos de muestra

Los ejemplares, de solamente 3 años de edad, presentaban ramas desde la base y en abundancia, de diámetros finos y con un ángulo de inserción agudo. Se constató la ejecución de operaciones silviculturales por ejemplo la carpida alrededor de los ejemplares para retirar malezas que por competencia pueden afectar al desarrollo de los mismos.

En el rodal se delimitó una superficie de 4.5 x 4.7 m (21.1 m^2) en donde se encontraban 4 árboles distantes entre si y separado por ejemplares de *Quercus palustris* de la manera que se citó anteriormente y cumpliendo con la premisa de ser característicos del rodal se procedió posteriormente a la medición de parámetros definidos en el cuadro.

Cuadro No.13. DAP, altura total y comercial de *L. styraciflua* de COFUSA.

Nº de árbol	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)
1	5	3	no
2	3.5	3.0	no
3	4.5	3.5	no
4	5.5	3.5	no

Figura No.6. Aspecto general del rodal de *Liquidambar styraciflua L.* en COFUSA.

Cuadro No.14. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua* de COFUSA

H total promedio (m)	3.25
H comercial promedio (m)	no
DAP promedio (cm)	4.62
Vol. total (m^3)	2.7×10^{-3}
Vol. comercial (m^3)	no
Espesor de corteza promedio (cm)	no
Factor de corteza	no
Proporción de corteza	no
DAP s/c (cm)	no
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.54
I.M.A volumétrico (m^3/año)	9×10^{-4}
I.M.A volumétrico comercial (m^3/año)	no
Densidad básica (g/cm^3)	no
Carbono almacenado (Mg CO_2/ha)	no

Debido a la reciente plantación, los ejemplares no han alcanzado aún la altura para que pueda considerarse comercializable, tampoco se realizaron mediciones de corteza.

La vegetación asociada era una pradera degradada en donde predominan las gramíneas estivales.

3. Caso No. 3

Se visitó la empresa Forestadora y Maderera del Norte Sociedad Anónima (F.Y.M.N.S.A), ubicada en el departamento de Rivera, allí se estudio un rodal de *Platanus occidentalis* en la finca "Los Abuelos", cuya ubicación era 30º09´S y al 55º57´ W.

El número de padrón es el 493 perteneciendo a la sección judicial Nº 2, con una superficie total de 4707.5 hectáreas. A continuación se adjunta el croquis de ubicación y CONEAT (anexos No. 8 y 9).

La plantación fue instalada en el año 1979, fue realizada siguiendo el marco de plantación de 3 x 3m, en una superficie de aproximadamente 1.5 ha (50 m x 300 m).

La plantación se encuentra ubicada en el grupo de suelo CONEAT GO3.21, el cual comprende llanuras medias y altas, aunque puede haber presencia de mesorelieve y la pendiente es de 0%.

Los suelos dominantes corresponden a Planosoles Dístricos Ocricos Umbricos, de textura variable pero generalmente franco a franco- arenosa, profundos, de colores variables y drenaje imperfecto. Asociados, se encuentran Brunosoles Subéutricos Típicos, de texturas francas, presentando colores oscuros, profundos y el drenaje se caracteriza por ser imperfecto al igual que los suelos dominantes (URUGUAY.MGAP, 2004).

Las inundaciones son excepcionales, cuando ocurren, causan encharcamiento durante algún tiempo, son debidas al mal drenaje de los suelos (URUGUAY.MGAP, 2004).

Cuadro No. 15. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de F.Y.M.N.S.A.

Espesor (cm)	Hz	pH		%	*	**	**	**	**
		H_20	KCl	M.O.	P	K	Ca	Mg	Na
0-20	A1	4.8	4.0	2.2	2	0.06	0.6	0.2	0.03
20-70	A1	5.0	4.2	0.7	2	0.06	0.9	0.3	0.03
70- 1.20	A1	5.0	4.1	0.7	1	0.06	1.3	0.5	0.04

Fuente: elaboración propia en base a datos de la División de Suelos y Aguas (2006).

* Partes por millón

** Miliequivalentes por 100 gramos de muestra

El rodal medido se encontraba en una posición topográfica de planicie aluvial, al borde de una cañada, donde la vegetación predominante correspondía a una pradera aluvial.

La vegetación original era de pajonal, actualmente la vegetación asociada al rodal era un monte nativo, en donde también se pudo observar regeneración de *Fraxinus sp*. y *Pinus taeda.*

Cuadro No.16. Diámetro promedio, altura total y comercial de *P. occidentalis* de F.Y.M.N.S.A.

Nº de árbol	DAP 1 (cm)	DAP 2 (cm)	DAP promedio (cm)	Ht (m)	Hc (m)
1	33.5	36	34.75	21.5	12
2	26	29	27.5	23.5	13.5
3	37	37.5	37.2	24	14.5
4	27.1	30.5	28.8	21.5	10.5

Los espesores de corteza alcanzaron los siguientes valores para 2 de los árboles representativos: 0.3 y 0.5 cm.

Cuadro No. 17. Estimación de parámetros dasométricos de P. occidentalis.

H total promedio (m)	22.62
H comercial promedio (m)	12.62
DAP promedio (cm)	32.06
Vol. total (m^3)	0.913
Vol. comercial (m^3)	0.509
Espesor de corteza promedio (cm)	0.4
Factor de corteza	1.02
Proporción de corteza	0.02
DAP s/c (cm)	31.26
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.18
I.M.A volumétrico (m^3/año)	0.033
I.M.A volumétrico comercial (m^3/año)	0.018
Densidad básica (g/cm^3)	0.497
Carbono almacenado(Mg CO_2/ ha)	46.80

Luego se estableció una parcela de muestreo de 32 x 32 m (1024 m^2), allí se procedió a la medición de diámetros a la altura del pecho, para todos los ejemplares presentes cuyos datos se presentan a continuación.

Cuadro No.18. DAP de *P. occidentalis* en parcela en F.Y.M.N.S.A.

DAP (cm)						
27.5	29.5	33	*	17	*	25.5
23	*	15	36	*	27.3	*
34.2	26	*	*	35.2	19	27.5
26.5	35	*	22.5	26.3	*	*
*	seco	*	*	*	27.6	26
26	29.8	*	31	*	19	27
33.5	*	31.3	24	*	38	*

* ausente

El DAP promedio fue de 27.5 centímetros.

Se observó en el rodal la ausencia de muchos ejemplares; así como también fustes quebrados a consecuencia del daño causado por *Platypus sulcatus* (taladrillo de los forestales).

Para la instalación de esta plantación se realizó un laboreo previo “tradicional” con excéntrica y disquera, y no se utilizó herbicida. La plantación fue realizada con plantines obtenidos a partir de semilla.

Este rodal fue plantado en el mismo año que el de la E.E.B.R. (1979), por lo cual se pueden comparar algunos parámetros, salvando que a este rodal se le efectuaron tratamientos silviculturales como ser 2 podas, la primera se realiza a una altura entre 1 y 2 metros aproximadamente a los 4 años de edad, posteriormente hasta los 6 metros en el año 2002.

Se realizó un raleo en el año 2002, que consistió en la corta de árboles bifurcados, torcidos o suprimidos.

Posteriormente se realizan otras actividades post –plantación; todos los años se lleva a cabo una pasada de pastera y en los dos primeros años luego de la plantación se practicaron carpidas con azada.

Figura No. 7. Vista general de plantación de *P.occidentalis* en F.Y.M.N.S.A.

Cuadro No. 19. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para *P.occidentalis.*

Nº de	Sup. (ha)	Nº arb /ha	Vol. total	Vol.	I.M.A volumétrico

árboles			(m^3/ha)	comercial (m^3/ha)	total (m^3/ha/año)
29	0.1420	283	258.37	144.04	9.56

4. Caso No. 4

Establecimiento “Los 3 Pinos”, en ruta 5, kilómetro 462, también perteneciendo a la empresa FYMNSA, coordenadas 31º 12’ 5.7” latitud S y 55º 39 ’ 11.5” longitud W.

La empresa realizó plantaciones de *Platanus occidentalis* y de *Liquidambar styraciflua* alternando de a 2 ó 3 filas de cada una de las especies, con un fin estético a los efectos de enriquecer el paisaje.

Las mismas, se encuentran en el borde Oeste de la ruta Nº 5, y allí, dada la topografía, se decidió que era más conveniente realizar diferentes mediciones según la misma.

Se adjunta el croquis de ubicación del padrón, junto con los grupos de suelos CONEAT, y los puntos en donde se realizaron los respectivos muestreos (Anexos No. 10 y 11).

Para ello se establecieron sub rodales, con el fin de determinar si existía algún efecto de la pendiente y de su exposición que pudiera influenciar en el crecimiento de los árboles.

El manejo fue el mismo tanto para las plantaciones de plátanos como para las de liquidámbar.

El material de propagación utilizado fue estacas producidas en el vivero de la empresa, que posteriormente serian utilizadas para la plantación realizada en el año 1990.

En la etapa de plantación no se aplicaron herbicidas ni fertilizantes, solamente se efectuaron los pozos.

Consecutivamente se realizaron tratamientos silviculturales podas y raleo por lo bajo.

La primera poda fue a una altura de 2 metros a los 4 años, y la segunda hasta los 4 metros aproximadamente y para la misma no se tiene el dato de la fecha. Por último se realizó una tercera poda en invierno del 2004 hasta los 7-8 metros.

En el año 2002, se efectuó un raleo no comercial, el mismo consistió en quitar los árboles torcidos y suprimidos.

Aquí previamente se había llevado a cabo en el año 1996, un estudio de suelos en la localidad de Paso Ataques, el mismo fue realizado por la Facultad de Agronomía, la Dirección de Suelos del MGAP y el centro de Investigaciones de Suelos del Departamento de Agricultura de los EE.UU.

Se pudo observar una calicata cercana a las plantaciones en estudio, en la ladera alta con una pendiente de aproximadamente 7 % (URUGUAY.MGAP, 1996).

Por lo cual esto nos llevo a la existencia de datos más precisos de las propiedades físicas y químicas del perfil, en los anexos No. 12 y 13 se pueden observar los datos.

Debido a ello se solicitó al departamento de Suelos de la Facultad información acerca de la descripción del perfil de suelos en la zona de estudio.

El mismo se clasifica como Acrisol Ocrico Típico la descripción del perfil se adjunta en el anexo No. 12 y el análisis químico del perfil de la calicata en el anexo No. 13.

Cuadro No.20. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de F.Y.M.N.S.A.

Espesor (cm)	Hz	pH		%	*	**	**	**	**
		H_20	KCl	M.O.	P	K	Ca	Mg	Na
0-35	A1	5.8	4.8	4.6	2	0.17	8.8	3.1	0.09
35-75	A2	5.8	4.6	1.6	1	0.07	6.2	2.3	0.09
75- 1.20	Bt2	6.1	4.6	4.0	3	0.37	30.1	9.9	0.76

Fuente: elaboración propia en base a datos de la División de Suelos y Aguas (2006).

* Partes por millón

** Miliequivalentes por 100 gramos de muestra

Al igual que los datos recabados por el análisis realizado en 1997, se pudo observar un perfil de suelo de 1.20 metros, se hacia muy difícil extraer muestras de horizontes más profundos.

Se observó la presencia de un horizonte A muy desarrollado y un horizonte Bt cuyo color marrón se aclara en profundidad, siendo la textura arenosa en superficie y

los contenidos de arcilla aumentaban cambiando la textura de los horizontes a areno-arcilloso a medida que nos acercamos al material madre.

El riesgo de erosión es medio-bajo y el suelo presenta un buen drenaje natural y se contató que la profundidad de arraigamiento es de 70 cm. aproximadamente. La vegetación asociada al sitio predominan *Baccharis trimera* (carqueja), *Eryngium horridum* (caraguatá), *Senecio brasiliensis* (mariamol), *Sporobulus indicus* (cola de zorro) y *Cynodon dactylon* (bermuda).

Se estableció la parcela de muestreo de 208 m^2 (26m x 8m) ubicada a 50 metros de una cañada; se seleccionaron 2 filas de Liquidámbar y 2 filas de *Platanus occidentalis.*

La vegetación natural es una pradera de gramíneas estival, a 15 m de la plantación se encontraba un rodal de *Pinus taeda*, por lo cual dentro del rodal de estudio, se apreciaba regeneración natural de los mismos, pequeños ejemplares que compitiendo con los rebrotes de Liquidámbar.

El marco de plantación era de 2 x 3 m; el rodal presentaba buen estado sanitario, observándose en varios ejemplares rebrotes muy vigorosos.

La corteza fue medida en 2 árboles representativos registrándose los siguientes valores de 0.8 cm. y 1.0 cm.

En este caso en particular debido a que la plantación se encontraba en diferentes niveles topográficos se establecieron varias parcelas de estudio con el objetivo de poder cuantificar si existían diferencias en cuanto a crecimientos en función de exposición solar y topografía.

a. Rodales ubicados en ladera baja

Cuadro No. 21. Diámetro promedio, altura total y comercial de *L. styraciflua* en ladera baja en F.Y.M.N.S.A.

Nº de	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)

árbol			
1	24.6	16.5	6.5
2	19.5	17	8.3
3	23.2	16.5	7.2
4	20	16.3	8.0

Cuadro No. 22. DAP, altura total y comercial de la parcela de *L. styraciflua* en ladera baja en F.Y.M.N.S.A.

Especie:		*Liquidambar styraciflua*			
Posición topográfica:		ladera baja			
Exposición:		sur			
Fila 1			Fila 2		
DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)
28	14	5.0	*	*	*
22	14	9.0	*	-	-
22.5	15	4.5	*	-	-
30	14	8.5	*	-	-
22.5	18.5	7.0	*	-	-
*	*	*	27.5	18	9.5
19	16	7.6	*	-	-
*	*	*	*	-	-
*	*	*	*	-	-
*	*	*	*	-	-
24.6	16.5	6.5	23.2	16.5	7.2
19.5	17	8.3	20	16.3	8.0
10.5	13	5.0	*	*	*

* ausente

El DAP promedio de la parcela fue de 22.4 cm.

Figura No.8. Aspecto general de plantación de *Liquidambar styraciflua* en F.Y.M.N.S.A.

Cuadro No. 23. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua* en ladera baja en F.Y.M.N.S.A.

H total promedio (m)	15.73
H comercial promedio (m)	7.17
DAP promedio (cm)	22.4
Vol. total (m^3)	0.309
Vol. comercial (m^3)	0.141
Espesor de corteza promedio (cm)	0.9
Factor de corteza	1.08
Proporción de corteza	0.08
DAP s/c (cm)	20.02
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.4
I.M.A volumétrico (m^3/año)	0.019
I.M.A volumétrico comercial (m^3/año)	0.008
Densidad básica (g/cm^3)	0.464
Carbono almacenado (Mg CO_2/ha)	44.08

Cuadro No.24. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A. volumétrico total para *L. styraciflua* en ladera baja en F.Y.M.N.S.A.

Nº de árboles	Sup. (ha)	Nº arb /ha	Vol. total (m^3/ha)	Vol. comercial (m^3/ha)	I.M.A volumétrico (m^3/ ha/año)
12	0.208	576	177.98	81.21	11.12

Posteriormente se realizó una parcela de 600 m^2, de *Platanus occidentalis* con un distanciamiento de 7 x 2 m y se midieron los árboles representativos. A diferencia de los rodales de Liquidámbar; las plantaciones de *Platanus* se encontraban sin follaje.

Cuadro No.25. Diámetro promedio, altura total y comercial de *P. occidentalis* en ladera baja de F.Y.M.N.S.A.

Nº de árbol	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)
1	27.3	18.4	7.5
2	19.2	18	11
3	23	18	8
4	23.5	19	11

Cuadro No.26. DAP, altura total y comercial de *P. occidentalis* en ladera baja de F.Y.M.N.S.A.

Especie:		*Platanus occidentalis*			
Posición topográfica:		ladera baja			
Exposición:		sur			
Fila 1			Fila 2		
DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)
32.1	17.5	9	*	-	-
17.6	17.5	3	*	-	-
21.6	16	7	*	-	-
*	*	*	29.5	17	9.5
27.3	18.4	11	23	18	9.0
19.2	18	7.5	23.5	18	8
26	19	11	20	19	11
*	*	*	*	*	*
*	*	*	25.5	18	8.5
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	23.6	19.5	10.5
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
34.5	18	12	*	*	*
39.2	17	10.5	*	*	*

* ausente

El DAP promedio de la parcela de *P. occidentalis* fue de 25.9 cm.

Cuadro No.27. Estimación de parámetros dasométricos *P. occidentalis* en ladera baja de F.Y.M.N.S.A.

H total promedio (m)	17.92
H comercial promedio (m)	9.10
DAP promedio (cm)	25.9
Vol. total (m^3)	0.472
Vol. comercial (m^3)	0.239
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.61
I.M.A volumétrico (m^3/año)	0.029
I.M.A volumétrico comercial (m^3/año)	0.015
Densidad básica (g/cm^3)	0.518
Carbono almacenado (Mg CO_2/ha)	8.7

Cuadro No.28. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para *P. occidentalis* en ladera baja de F.Y.M.N.S.A.

Nº de árboles	Sup. (ha)	Nº árb /ha	Vol. total (m^3/ha)	Vol. comercial (m^3/ha)	I.M.A Volumétrico total (m3/ha/año)
14	0.0600	233	109.97	55.68	6.87

b. Rodales ubicados en ladera media

En el caso de la ladera media alta con exposición sur, dada la uniformidad presente y a efectos de realmente estimar sí existían diferencias en cuanto al crecimiento en relación a la posición topográfica, se decidió tomar una fila de cada especie a los efectos de obtener resultados.

Cuadro No.29. DAP, altura total y comercial de la parcela de *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en ladera media de F.Y.M.N.S.A.

Especie: *Liquidambar styracifllua*			Especie: *Platanus occidentalis*		
Posición topográfica: ladera media			Posición topográfica: ladera media		
Exposición: sur			Exposición: sur		
DAP (cm)	Ht (m)	H c (m)	DAP (cm)	Ht (m)	H c (m)
*	*	*	24	13	5
23.5	15.5	4.0	*	*	*
23.5	14.0	4.0	*	*	*
24.1	16.0	6.5	21	15	6
30	15	3	26.2	17	11
*	*	*	9.5	10	no tiene
23	14.5	6.0	28.3	15	9
16	12.0	5.0	23.4	15	6.5
19.5	15.0	5.0	*	*	*

* ausente

Cuadro No.30. Estimación de parámetros dasométricos *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en ladera media.

Especie	*Liquidambar styraciflua*	*Platanus occidentalis*
Ht promedio	14.57	14.16
Hc promedio	4.78	7.5
Dap promedio	22.8	22.06
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.4	1.37
Vol. total (m^3)	0.297	0.270
Vol. comercial (m^3)	0.097	0.143

c. Rodales ubicados en loma alta

Se delimitó una parcela compuesta por una fila de liquidámbar y otra de *Platanus* de 23.5x 8m (188m^2) ubicada en las siguientes coordenadas 31º19'71''al S y 55º65'24'', a unos 50 metros de la calicata ubicada en el kilometro 263.9.

Cuadro No.31. DAP, altura total y comercial de parcela de *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en loma alta.

Especie: *Liquidambar styracifllua*			Especie: *Platanus occidentalis*		
Posición topográfica: loma alta			Posición topográfica: loma alta		
DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)
25.5	15	4	28.1	17	10
*	*	*	24.3	18	11
21.6	14.5	7.5	20.2	18	10
24	15	8	21	17.5	9
*	*	*	12.6	16	8.5
*	*	*	*	*	*
30.2	14	6.5	21	14	2.5

* ausente

En esta parcela en particular se observó la presencia de algunos ejemplares bifurcados y hacia el borde Este contra la ruta, se constató la ausencia de árboles.

Cuadro No.32. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en loma alta.

Especie	*Liquidambar styraciflua*	*Platanus occidentalis*
Posición topográfica:	loma alta	
Ht promedio	14.62	16.75
Hc promedio	6.5	8.5
Dap promedio	25.32	21.2
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.58	1.32
Vol. total (m^3)	0.368	0.295
Vol. comercial (m^3)	0.163	0.150

d. Rodales ubicados en ladera alta

Se midieron rodales ubicados en las siguientes coordenadas S 31º19’40’’ y al N 55º 65’ 25” correspondientes a una posición de ladera alta con exposición norte.

Se seleccionaron 3 filas de liquidámbar y 2 filas de plátanos para realizar 2 parcelas de muestreo respectivamente.

Cuadro No.33. DAP, altura total y comercial de parcela de *L. styraciflua* en ladera alta exposición norte.

Especie:	*Liquidambar styraciflua*							
Posición topográfica:	ladera alta							
Exposición	norte							
DAP(cm)	Ht (m)	Hc (m)	DAP(cm)	Ht (m)	Hc (m)	DAP(cm)	Ht (m)	Hc (m)
24.5	13	5.5	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
22.5	14	5	*	*	*	22.2	13.5	4
*		*	22.1	10	4	*	*	*
*		*	*	*	*	*	*	*
23.6	13.5	7	*	*	*	26.3	12	5
20.5	13	5	*	*	*	*	*	*
*	*	*	24.2	10	3.5	28.7	12	4.5
23	13	6	*	*	*	*	*	*
17.5	13	3	*	*	*	*	*	*
19	11	5.5	23	13.5	4.5	22.5	12	5
*	*		*	*	*	19.6	10	4.5
20.7	10.5	5	*	*	*	27.4	12	4
13.3	8.5	5	*	*	*	*	*	*
*	*	*	13	12	4	15.5	7.5	no tiene
*	*	*	33	12	5.5	25.2	12	4.5

* ausente

Cuadro No.34. DAP, altura total y comercial de parcela de *P. occidentalis* en ladera alta exposición norte.

Especie: *Platanus occidentalis*

Posición topográfica: ladera alta					
Exposición : norte					
DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)	DAP(cm)	Ht (m)	Hc(m)
24.5	13.5	6.5	18.5	14	5.5
*	*	*	22	14.5	6
*	*	*	*	*	*
16.2	13	5.5	*	*	*
25.6	12	5.5	*	*	*
*	*	*	*	*	*
19.5	13	6	*	*	*
*	*	*	23	14	7.5
15	14	5.5	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	19	14	7
18	11	5	*	*	*
17.5	12.5	6	*	*	*
15.5	12	5	*	*	*
17.5	11	4.5	*	*	*
22	11	4.5	*	*	*

* ausente

Cuadro No. 35. Estimación de parámetros dasométricos *L. styraciflua* y *P. occidentalis* en ladera alta exposición norte.

	Ladera alta, exposición norte

Especie	*L. styraciflua*	*P.occidentalis*
H t promedio (m)	11.72	12.82
Hc promedio (m)	4.76	5.71
Dap promedio (cm)	22.15	19.55
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.38	1.22
Volumen total promedio (m^3)	0.225	0.192
Volumen comercial promedio (m^3)	0.091	0.085

e. Rodales ubicados en la ladera baja con exposición norte

Consecutivamente se delimitó la parcela en la ladera baja con exposición norte, se ubica al S 31º 19’ 63’’ y al W 55º 65’26’’.

Se marco una parcela de 52 x12.5m (650m^2), de *Platanus occidentalis* en la cual se midieron los diámetros y alturas para los ejemplares de dicha parcela, se tomaron las alturas de la fila del medio, por ser la más representativa.

Cuadro No.36. DAP, altura total y comercial de parcela de *P. occidentalis* en ladera baja exposición norte.

Especie: *Platanus occidentalis*

Posición topográfica: ladera baja Exposición : norte				
DAP (cm)	DAP (cm)	Ht(m)	Hc (m)	DAP(cm)
28.2	*	*	*	22.1
23	18.1	17.5	8	18
24.1	16	17	8	16.3
24	23.6	19	11	16.5
24.3	*	*	*	26
*	10	11	no tiene	18
15.5	*	*	*	*
*	*	*	*	24.9
22.2	*	*	*	20
16.5	28.2	19	11	23.5
17.5	*	*	*	22.1
23	20.1	19	9	*
*	19	18	8.5	24
21.1	*	*	*	20
19.5	*	*	*	19
22	21	17.5	8	23.2
*	*	*	*	*
*	19	15	6	*
22.5	*	*	*	19.4
*	*	*	*	14
19	*	*	*	22
18	*	*	*	19.5

* ausente

Cuadro No.37. Estimación de parámetros dasométricos para parcela de *P. occidentalis.*

	Ladera baja, exposición norte
Especie	*Platanus occidentalis*
Ht promedio (m)	17

Hc promedio (m)	8.68
Dap promedio (cm)	20.55
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.24
Volumen total (m^3)	0.281
Volumen comercial (m^3)	0.143

Cuadro No.38. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *P. occidentalis.*

Nº de árboles	Sup. (ha)	Nº árb /ha	Vol. total (m^3/ha)	Vol. comercial (m^3/ha)	I.M.A Volumétrico total (m^3/ha/año)
43	0.0650	661	185.74	94.52	11.60

Para la parcela de 223.2 m^2 (23.5 x9.5m) de liquidámbar se escogieron 2 filas, y se procedió a medir a todos los ejemplares, diámetros y alturas correspondientes.

Cuadro No.39. DAP, altura total y comercial de parcela de *L. styraciflua* en ladera baja exposición norte.

Especie: *Liquidambar styraciflua*
Posición topográfica: ladera baja
Exposición : norte

DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)
*	*		23.1	16	5.5
20.5	17	7	31.2	18.5	9
28.1	17.5	9	*	*	*
23.2	18.5	8.5	*	*	*
25.7	17.5	7	*	*	*
*	*	*	24.7	17	6.5
23.6	18	8.5	26.5	18	12
16	12	5	*	*	*
23.5	17	9	28	18	9

* ausente

Cuadro No. 40. Estimación de parámetros dasométricos para parcela de *L. styraciflua.*

	Ladera baja, exposición norte
Especie	*Liquidambar styraciflua*
Ht promedio (m)	17.08
Hc promedio (m)	8.00
DAP promedio (cm)	24.5
I.M.A diamétrico (cm/año)	1.53
Volumen total (m^3)	0.402
Volumen comercial (m^3)	0.188

Cuadro No.41. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *L. styraciflua.*

Nºde árboles	Sup. (ha)	Nº árb /ha	Vol. total (m^3/ha)	Vol. comercial (m^3/ha)	I.M.A Volumétrico total (m^3/ha/año)
12	0.0223	538	216.2	101.14	13.5

B. ESTUDIO DE CASOS PARTICULARES

Esta sección se destinará al análisis de dos rodales de *Liquidambar styraciflua y Platanus acerifolia* que fueron medidos pero son rodales de mayor antigüedad y fueron plantados con fines experimentales.

1. Caso No.1

Se trata de un rodal perteneciente a la Escuela de Silvicultura de la Universidad de la República ubicada en el departamento de Lavalleja, en la 7º Sección judicial, con el padrón 2187 y ubicado sobre la Ruta 13, cercano a la localidad de Aiguá.

El padrón al cual pertenece el rodal es el Nº 2187, se adjunta mapa de ubicación y croquis de suelos CONEAT (anexos No.14 y 15).

Allí se observó un rodal de *Liquidambar styraciflua* que fue plantado en 1955 con fines experimentales, al que se le destino una superficie de forma triangular con un área total de 2200 m^2.

Se desconocen las operaciones previas a la instalación, posteriormente no se realizaron tratamientos silviculturales, como podas y raleos. Se efectuó solamente control de hormigas y no se efectuó ningún tratamiento post -plantación.

El marco de plantación al cual estaban plantados era 4 x 4 m. Al momento de la visita los árboles no presentaban follaje, ni fructificaciones, tampoco se observó regeneración natural.

Con respecto a los árboles presentes, se observó que eran fustales, pero la mayoría se bifurcaban a los 8 metros aproximadamente presentando ramas en abundancia, de diámetros finos y con un ángulo de inserción agudo.

La sanidad puede catalogarse como intermedia ya que se observaron algunos ejemplares con presencia de cancros y exudados, con cicatriz, además de encontrarse la presencia de plantas semi parásitas, epífitas y musgo en la superficie de la corteza.

La vegetación asociada al rodal consiste en un tapiz herbáceo natural y ejemplares de *Gleditsia triacanthos*, *Fraxinus sp*. y *Salix humboldtiana* y se pudo observar la invasión de *Rubus europeus* (zarzamoras).

El rodal se encuentra en un bajo, en una planicie aluvial, a 100 metros del cauce del arroyo Aiguá. Por lo cual es frecuente que ocurran periodos de anegamiento dejando a la zona inundada durante un tiempo.

Se extrajo un perfil de suelo del sitio, en el centro de la parcela formada por los 4 árboles representativos, primeramente se removió el mantillo, y allí se encontró un perfil profundo de 1.10 metros aproximadamente que es hasta donde se pudo extraer con el taladro, ya que más en profundidad fue imposible poder extraer más horizontes debido a la presencia de una napa colgada.

Se pudo distinguir los siguientes horizontes: un horizonte A1, de color pardo oscuro, de textura franco-limoso-arcilloso, luego un horizonte A2, de textura más franca, y un en profundidad el horizonte B de textura arenosa, de color más claro, y no se observaron revestimientos, concreciones, ó moteados a simple vista.

Cuadro No.42. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de la Escuela de Silvicultura.

Espesor (cm)	Hor	pH			*	**	**	**	**
		H_20	KCl	M.O.	P	K	Ca	Mg	Na
0-20	A1	5.6	4.3	4.4	3	0.17	6.5	2.5	0.28
20-65	A2	5.3	4.4	1.1	4	0.76	2.9	1.7	0.07
65 - +	B	5.7	4.8	0.9	2	0.62	3.0	2.1	0.09

Fuente: elaboración propia con datos de División de Suelos y Aguas (2006).

* Partes por millón

** Miliequivalentes por 100 gramos de muestra.

Las propiedades que se pueden inferir son: el drenaje natural es moderadamente bien drenado, ya que el suelo permanece saturado por periodos cortos, por lo cual el riesgo de sequía es bajo, son suelos que presentan una buena fertilidad natural y ricos en materia orgánica.

La profundidad efectiva supera los 100 centímetros, y la profundidad de arraigamiento supera los 30 centímetros.

En la zona más apta para el desarrollo de las raíces se cita que el horizonte A2.

Cuadro No. 43. DAP, altura total y comercial de parcela de *L. styraciflua* en la Escuela de Silvicultura.

Nº de árbol	DAP 1 (cm)	DAP 2 (cm)	DAP promedio (cm)	Ht (m)	Hc (m)
1	44	48	46	20	7.5
2	36	37.5	36.7	21	10
3	32	37	34.5	19.5	10
4	41	37.5	39.2	21	10

La altura promedio a la cual los árboles se bifurcaban era a los 7.5 metros, y se realizaron 2 mediciones de corteza al árbol No. 1 el cual presentaba un grosor de 1.6 cm, mientras que el árbol No. 2 presentaba un grosor de 1.4 cm. Estos ejemplares fueron seleccionados al azar para ver si existía algún tipo de variación, pero a pesar de presentar una considerable variación en diámetro, no fue así con respecto al grosor de corteza.

Figura No.9. Vista del rodal de *L. styraciflua* en la Escuela de Silvicultura.

Posteriormente se procedió a la extracción de un tarugo y se estableció una parcela de muestreo de 24 x 24 m (576 m^2) en la misma se tomaron 2 medidas de DAP.

Cuadro No. 44. DAP en parcela representativa de Liquidámbar.

Nº de árbol	DAP 1	DAP 2	DAP promedio	Nº de árbol	DAP 1	DAP 2	DAP promedio

1	24.5	29	26.75	14	*	*	*
2	37.5	40.5	39	15	*	*	*
3	37.5	31.5	34.5	16	30.5	30	30.25
4	34	36	35	17	*	*	*
5	*	*	*	18	26.5	25.5	26
6	30.5	29	29.75	19	*	*	*
7	27	40.5	33.75	20	48	50.5	49.25
8	44	31.5	37.75	21	*	*	*
9	35.5	36	35.75	22	*	*	*
10	27	*	27	23	*	*	*
11	33	33	33	24	*	*	*
12	27	31	29	25	*	*	*
13	35.5	36	35.75				

* ausente

El DAP promedio fue de 33.5 cm.

Cuadro No. 45. Estimación de parámetros dasométricos de *L. styraciflua.*

H total promedio (m)	20.3
H comercial promedio (m)	9.37
DAP promedio (cm) de la parcela	33.5
Vol. total (m^3)	0.89
Vol. comercial (m^3)	0.41
Espesor de corteza promedio (cm)	1.5
Factor de corteza	1.09
Proporción de corteza	0.089

DAP s/c (cm)	30.5
I.M.A diamétrico (cm/año)	0.65
I.M.A volumétrico (m^3/año)	0.017
I.M.A volumétrico comercial (m^3/año)	0.008
Densidad básica (g/cm^3)	0.555
Carbono almacenado (Mg CO_2 / ha)	18.95

Cuadro No. 46. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *L. styraciflua.*

Nº de árboles	Sup. (ha)	Nº árb/ ha	Vol. total (m^3/ha)	Vol. comercial (m^3/ha)	I.M.A Volumétrico total (m^3/ha/año)
15	0.0576	260	231.04	106.6	4.53

2. Caso No.2

Se trata de un rodal de *Platanus acerifolia* ubicado en la Escuela de Silvicultura, la fecha de instalación se asume que fue al mismo tiempo que el rodal de *Liquidambar styraciflua,* y con el mismo objetivo experimental.

La plantación se realizó manualmente, se desconoce el laboreo previamente realizado. El marco de plantación fue de 4 x 4 m. Al igual que el caso anterior, solamente se efectuó control de hormigas y ningún otro tratamiento u operación silvicultural posterior.

Los árboles observados presentan una buena forma forestal, ya que son muy rectos, pero se destaca la presencia de abundantes ramas, de diámetros pequeños con un ángulo de inserción medio, la mayoría de los ejemplares se encontraban bifurcados.

Al momento de la toma de datos, los árboles se hallaban sin hojas y sin fructificaciones. No se observó regeneración natural en el rodal.

La vegetación natural es de gramíneas, junto con *Baccharis trimera "*carqueja*"*, *Rubus sp.* "zarzamora", además se constató regeneración de *Scutia buxifolia* "coronilla".

La sanidad del rodal era muy buena, sin daños por agentes bióticos ó abióticos.

En la ladera con exposición norte, un perfil de suelo en donde se reconocieron los siguientes horizontes: un horizonte A de un espesor de 30 centímetros de color negro, de textura arcillo-limosa, el Bt tiene un espesor de 30 a 55 centímetros de color negro más pardo, posteriormente se visualizó a 55 a 80 centímetros una transición, en profundidad se observa un horizonte gris, con anaerobiosis marcada, en presentando moteados, y al mismo tiempo se visualizan concreciones de color amarillo y ausencia de revestimientos.

El rodal se ubicaba en una pendiente de aproximadamente 4 %, por lo cual existía un riesgo de erosión medio y el riesgo de sequía era bajo, el drenaje natural imperfecto, la fertilidad natural es buena, pero con menor porcentaje de materia orgánica.

La profundidad efectiva es moderadamente profunda de 50 a 100 centímetros, mientras que la profundidad de arraigamiento se clasifica como profunda, ya que el horizonte A es de un espesor considerable que permite el desarrollo del sistema radicular muy expandido.

Cuadro No.47. Análisis químico de la muestra de suelo del perfil de la Escuela de Silvicultura.

Espesor (cm)	Hor.	pH			*	**	**	**	**
		H_20	KCl	M.O.	P	K	Ca	Mg	Na
0-30	A	5.9	5.0	6.7	2	0,59	21,8	7,1	0,28
30- 55	Bt1	6.9	5.3	2.2	2	0,62	19,5	9,5	0,52
55- +	Bt2	6.4	4.7	1.1	2	0,60	2,5	0,8	1,03

Fuente: elaboración propia con datos de División de Suelos y Aguas (2006).

* Partes por millón

** Mili equivalente por 100 gramos de muestra

Cuadro No.48. DAP, altura total y comercial de *P. acerifolia* de la Escuela de Silvicultura.

Nº de árbol	DAP 1 (cm)	DAP 2 (cm)	DAP promedio (cm)	Ht (m)	Hc (m)
1	22	26	24	23.5	8
2	26.5	27.5	27	23.5	6.5
3	23.1	23	23.05	22	10
4	20.1	20.5	20.3	21	4

El DAP de los árboles representativos fue de 23.7 cm.

Figura No. 10. Vista de plantación de *Platanus acerifolia* en Escuela de Silvicultura.

Posteriormente se realizó la medición del espesor de corteza para lo cual se seleccionaron los ejemplares Nº 2 con 0.5 cm. de espesor, y Nº 4 que presento 0.2 cm.

De la superficie del rodal (32 x 84 m ó sea 2688 m^2) se delimitó una parcela de muestreo de 24 x 24 m (576 m^2), en la cual se tomaron medidas de DAP, destacándose la uniformidad observada en los fustes al ser muy cilíndricos.

Cuadro No. 49. DAP en parcela representativa de *P. acerifolia*.

DAP (cm)				
24.5	23	33	*	31
*	27	*	*	*
13	24	27	26	32
27	20.5	23	27	28
*	26	*	*	27.5

* ausente

El DAP promedio de la parcela fue de 25.8 cm.

Cuadro No. 50. Estimación de parámetros dasométricos de *P. acerifolia.*

H total promedio (m)	22.5
H comercial promedio (m)	7.12
DAP promedio (cm) de la parcela	25.8
Vol. total (m^3)	0.588
Vol. comercial (m^3)	0.186
Espesor de corteza promedio (cm)	0.35
Factor de corteza	1.02
Proporción de corteza	0.027
DAP s/c (cm)	25.1
I.M.A diamétrico (cm/año)	0.50
I.M.A volumétrico (m^3/año)	0.111
I.M.A volumétrico comercial (m^3/año)	0.003
Densidad básica (g/cm^3)	0.524
Carbono almacenado ($MgCO_2$/ha)	13.43

Cuadro No.51. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *P. acerifolia*.

Nº de árboles	Sup. (ha)	Nº árb /ha	Vol. total (m^3/ha)	Vol. comercial (m^3/ha)	I.M.A Volumétrico total (m^3/ha/año)
17	0.0576	295	173.46	54.87	3.40

3. Caso No.3

El establecimiento visitado pertenece a U.T.E; se encuentra ubicado en el departamento de Tacuarembó en las cercanías a la represa de Rincón del Bonete. Allí se procedió a realizar previamente una recorrida de la zona del "bolsón", para identificar los rodales de plátanos.

El padrón correspondiente es el Nº 8290, se puede ver el croquis de ubicación, con la respectiva ubicación del rodal y croquis de suelos CONEAT en los anexos No. 16 y 17.

Esta plantación fue realizada con el fin de fijar la duna continental, a los efectos de evitar la colmatación del curso de agua y la erosión. Debido a ello se llevó a cabo una plantación tipo parque a partir de semillas obtenidas por donaciones en el año 1973.

La superficie total es de menos de 0.5 hectáreas, junto a este rodal se pueden apreciar también las siguientes especies: *Pinus patula, Pinus taeda, Eucalyptus camaldulensis y E. tereticornis* entre otros.

Posteriormente se registro un rodal de *Platanus acerifolia*, se procedió a medir los diámetros de los 4 ejemplares; dado que la sección tendía a ser irregular se procedió a medir 2 diámetros para realizar el promedio.

Se puedo ver la competencia con otras especies asociadas, ya que muy cerca del rodal se encontraban plantaciones de *Pinus sp*., vegetación herbácea de gramíneas y un denso mantillo de alrededor de 5 cm de espesor.

Cuadro No. 52. Análisis químico del perfil de suelo de Rincón del Bonete.

Espesor (cm)	Hor.	pH		M.O (%)	*	**	**	**	**	**
		H_2O	KCl		P	K	Ca	Mg	K	Na
0- 30	A1	4.7	3.9	1.3	1	0.05	0.7	0.2	0.05	0.05
30 - 70	A2	4.9	4.0	0.5	3	0.03	0.4	0.2	0.03	0.04
70 - 1.20	Bt	5.4	3.8	0.5	1	0.11	2.2	1.9	0.11	0.27

* Partes por millón
** Miliequivalentes por 100 gramos de muestra

Se observó una profundidad de arraigamiento del orden de 50 - 60 cm. El perfil se caracteriza por tener una textura arenosa y en profundidad se va tornando más arcilloso; supera el 1.20 m, allí en el horizonte Bt se pudo apreciar la presencia de moteados de colores vivos anaranjados, rojizos, junto con concreciones. El color del perfil se modifica a tonalidades más claras en profundidad. Se destaca el espesor del horizonte A que supera los 70 cm.

El 100 % del padrón se encuentra en el grupo de suelos CONEAT 07.1, que esta integrados por médanos arenosos en las proximidades del Río Negro , son suelos de muy baja fertilidad y excesivamente drenados con vegetación psamófila cerca de la costa mientras que en el interior la vegetación existente es de pradera estival de tapiz abierto (URUGUAY.MGAP.CONEAT, 2004). La información recabada en la parcela de 7.50 x 6.50 m fue la siguiente:

Cuadro No. 53. DAP, altura total y comercial de *P. acerifolia*.

Nº de árbol	DAP 1 (cm)	DAP 2 (cm)	DAP promedio (cm)	Ht (m)	Hc (m)
1	34.2	35.3	34.7	28	16
2	39.2	42	40.6	26	15

3	33.1	34.6	33.8	24	9
4	33.3	33.1	33.2	28	13

El DAP promedio de los árboles representativos fue de 35.5 cm. Para hallar los datos de corteza se seleccionaron los árboles Nº 2 y Nº 4 el espesor de la misma fue 0.9 y 0.8 cm. respectivamente.

Cuadro No. 54. DAP para parcela de P. acerifolia.

Nº de árbol	DAP 1 (cm)	DAP2 (cm)	DAP promedio (cm)	Nº de árbol	DAP 1 (cm)	DAP 2 (cm)	DAP promedio (cm)
1	45	44 *	44.5	14	32	33.8	32.9
2	54.5	49.4	51.2	15	37	40.2	38.6
3	38	39.4	38.7	16	31	27	29
4	12.5	5.4 *	8.9	17	40.5	37.5	39
5	40.1	41	40.5	18	33.3	33.1	33.2
6	17	18.3	17.6	19	39.6	42	40.8
7	39.6	40	39.8	20	44.1	33.2 *	38.6
8	11.1	6.8	8.9	21	41	40.0	40.5
9	36.8	36.1	36.4	22	36	10.2*	23.1
10	54.5	53.1	53.8	23	32	33.4	32.7
11	41	47.1	44.0	24	45.1	15.2*	30.1
12	37	34	35.5	25	47	48.2	47.6
13	34	34.5	34.2	26	40.4	9.5*	24.9

* ejemplar bifurcado

El DAP promedio calculado fue de 34.8 cm**.**

Cuadro No. 55. Estimación de parámetros dasométricos de *P. acerifolia.*

H total promedio (m)	26.5
H comercial promedio (m)	13.25
DAP promedio (cm) de la parcela	34.8
Vol. total (m^3)	1.26
Vol. comercial (m^3)	0.63
Espesor de corteza promedio (cm)	0.85
Factor de corteza	1.05
Proporción de corteza	0.047
DAP s/c (cm)	33.1

I.M.A diamétrico (cm/año)	1.05
I.M.A volumétrico (m^3/año)	0.038
I.M.A volumétrico comercial (m^3/año)	0.019
Densidad básica (g/cm^3)	0.528
Carbono almacenado ($MgCO_2$/ha)	43.33

Dada la dificultad para establecer un rodal homogéneo se procedió a medir el diámetro de todos los árboles presentes.

El fin de esta plantación y de las plantaciones adyacentes era la fijación de arenas por lo cual se trajeron especies muy variadas y se plantaron sin tener en cuenta parámetros silviculturales; al momento de la visita se constataron diámetros muy interesantes para su comercialización.

Debido a ello no se puede dar un marco de plantación, ni tampoco diseño ya que se carece del mismo.

Cuadro No.56. Estimación de volumen total y comercial por hectárea e I.M.A volumétrico total para parcela de *P. acerifolia* en Rincón del Bonete.

Nº de árboles	Sup. (ha)	Nº árb / ha	Vol. total (m^3/ha)	Vol. comercial (m^3/ha)	I.M.A Volumétrico total (m^3/ha/año)
26	0.0420	619	761.37	389.97	23.07

V. DISCUSIÓN

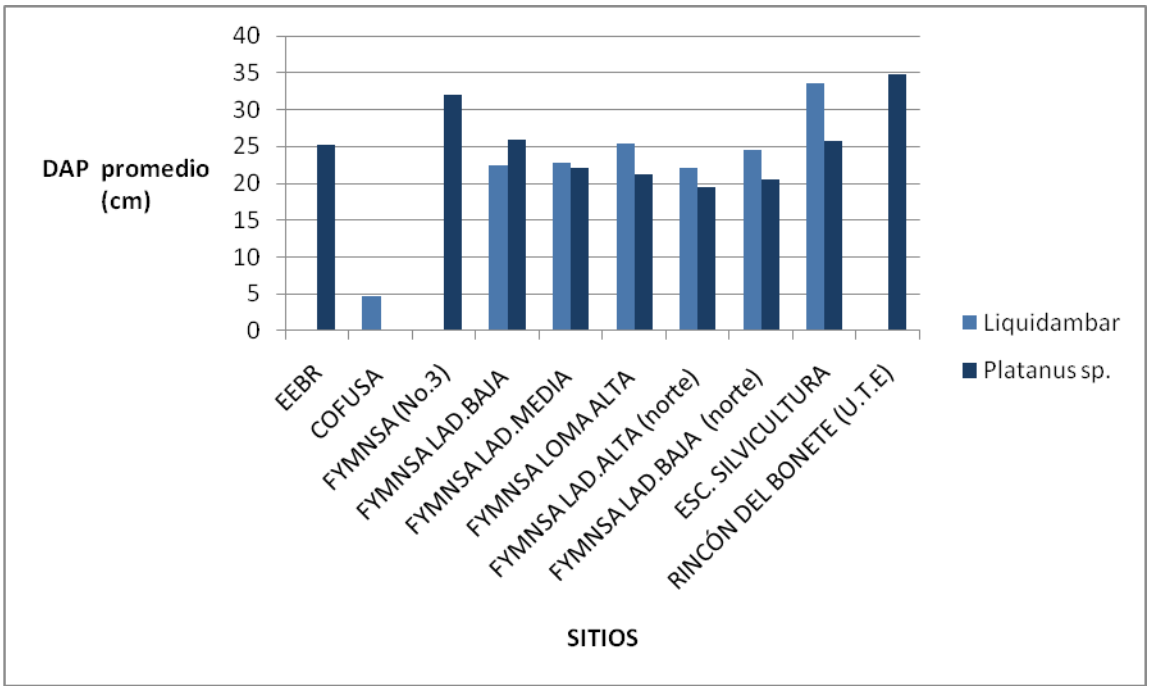
A. DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO

Los diámetros mayores para *Liquidámbar* fueron encontrados en la Escuela de Silvicultura con 33.1 cm y los menores se encontraron en las plantaciones de FYMNSA.

Por otro lado, el mayor DAP promedio de *Platanus occidentalis* fue registrado en los rodales de FYMNSA correspondiente al caso No.3 y para *Platanus acerifolia* en

Rincón del Bonete. Los menores diámetros fueron encontrados en plantaciones jóvenes de Liquidámbar en COFUSA.

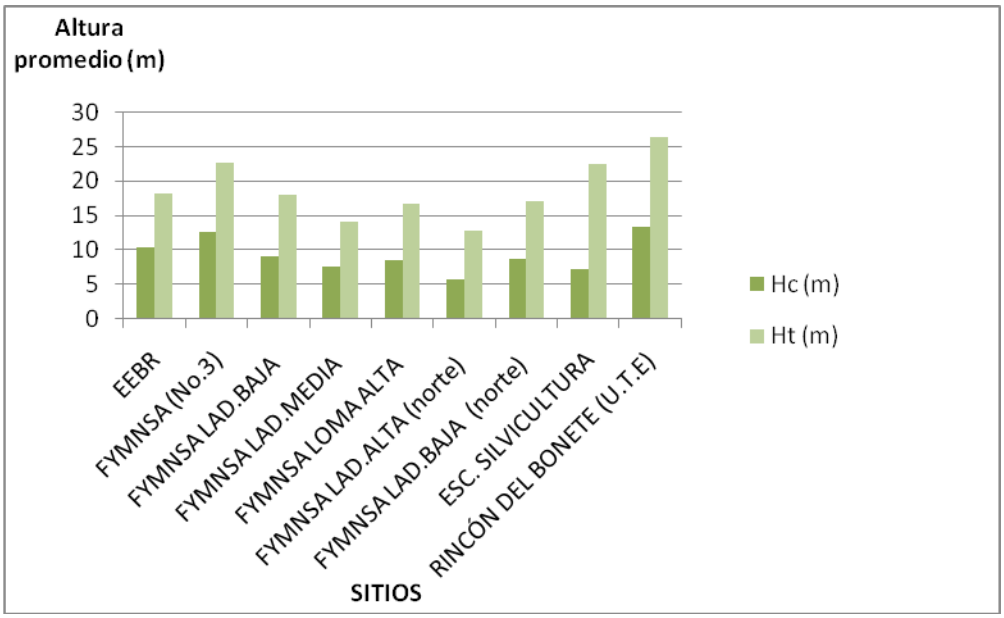
Gráfico No.1. DAP para *Platanus sp.* y *Liquidambar styraciflua* en los sitios de estudio



B. ALTURA TOTAL Y COMERCIAL

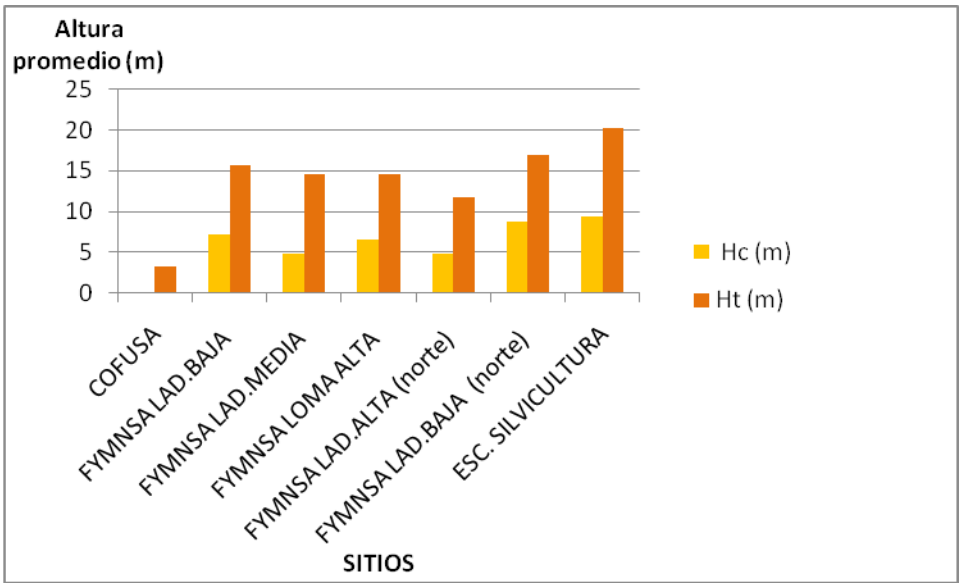
Los ejemplares de mayor altura de *Platanus occidentalis* se encontraron en las plantaciones de FYMNSA correspondientes al caso No. 3 y para *P. acerifolia* en Rincón del Bonete.

Gráfico No. 2. Altura total y comercial para *Platanus sp.* en los diferentes sitios



Para la especie *Liquidámbar* se obtuvieron mayores alturas en la Escuela de Silvicultura, y los menores en la empresa COFUSA debido a que correspondía a una plantación de 3 años de edad.

Gráfico No. 3. Altura total y comercial para *L. styraciflua* en los diferentes sitios

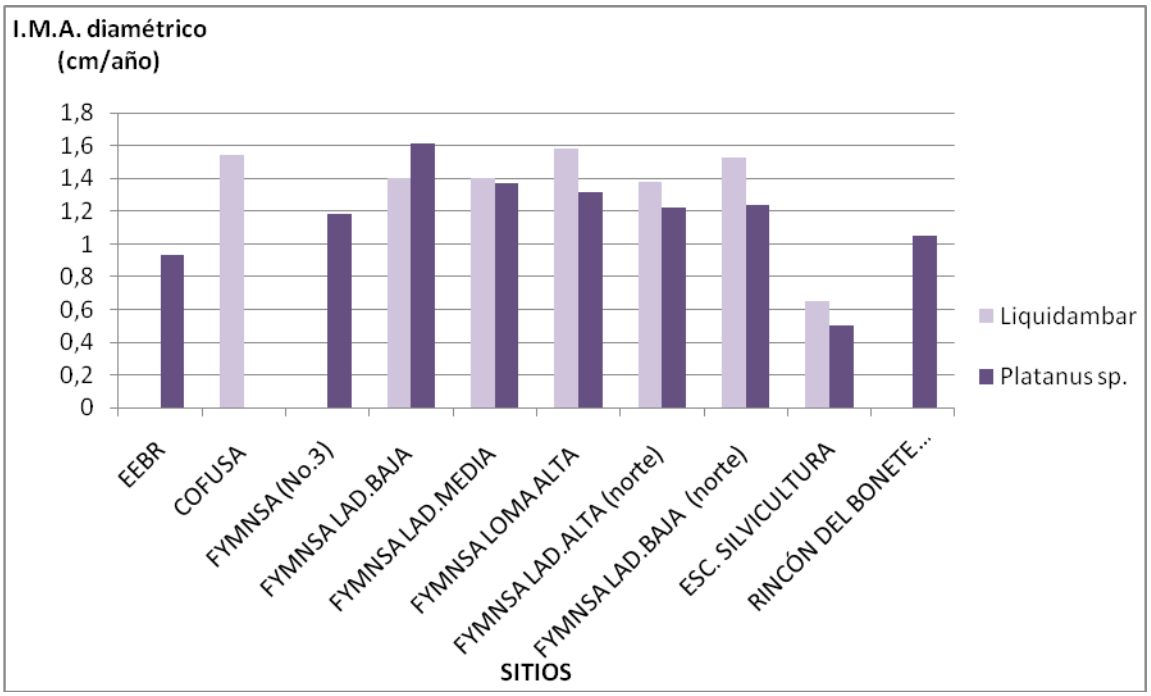


C. I.M.A. DIAMÉTRICO

Los mayores crecimientos diamétricos se obtuvieron para *Platanus acerifolia* en las plantaciones de Rincón del Bonete pertenecientes a UTE presentando un valor de 1,05 cm/año y mientras que para *P. occidentalis*, los mayores valores se registraron en los rodales de la empresa FYMNSA en la ladera baja siendo de 1,61 cm/año.

Para Liquidámbar se obtuvo un valor de incremento diamétrico de 1,54 cm /año para una plantación de 3 años en COFUSA y para el resto de las plantaciones en diferentes posiciones topográficas el rango osciló entre 1.4 y 1.58 cm/año, registrándose mayores incrementos en diámetros en la ladera baja; el menor valor fue encontrado en las plantaciones de la Escuela de Silvicultura con 0.65 cm/año.

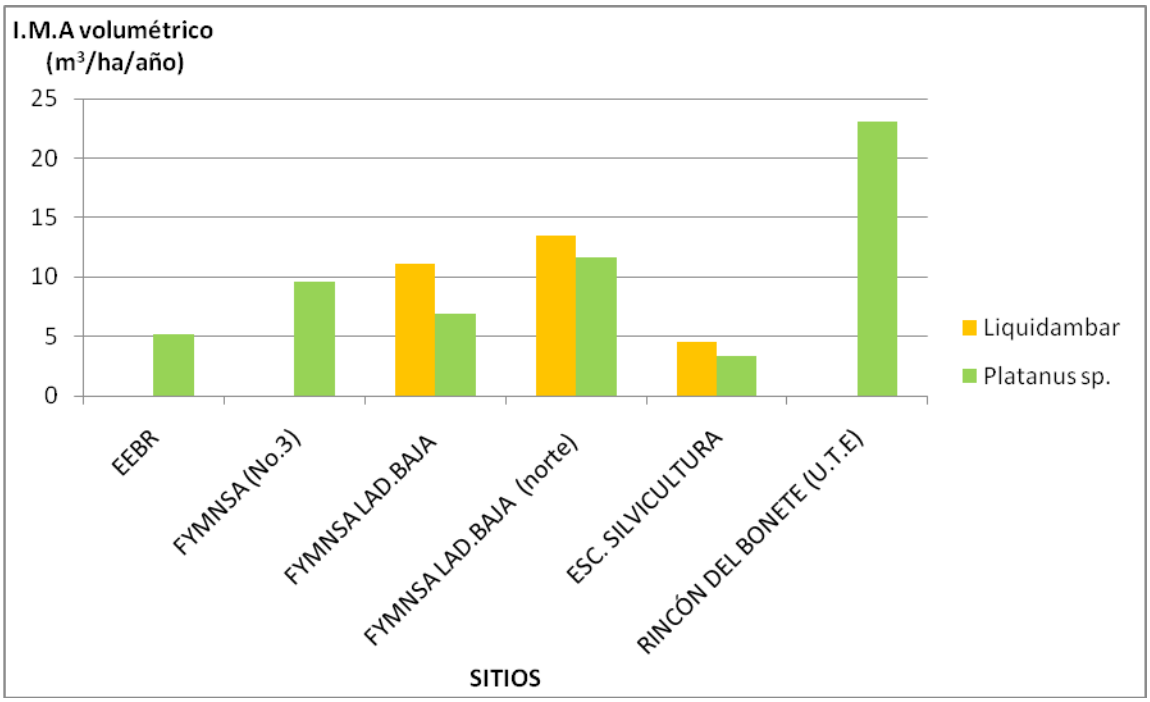
Gráfico No. 4. I.M.A. diamétrico para las especies en estudio en los diferentes sitios



D. I.M.A. VOLUMÉTRICO

Para *Platanus acerifolia* se registró un incremento de 23.07 m^3/ha/año en la Rincón del Bonete y los menores valores para esta variable fueron de 3.4 m^3/ha/año para plantaciones de la Escuela de Silvicultura. Por otra parte para *P. occidentalis* el mayor IMA volúmetrico fue el de FYMNSA correspondiente a la ladera baja exposición norte con 11.6 m^3/ha/año para esta especie de los rodales evaluados y el menor con 5.17 registrado en E.E.B.R.

Gráfico No.5. I.M.A. volumétrico para las especies en estudio en los diferentes sitios



En cuanto a los incrementos encontrados para *Liquidambar* el rango del IMA volumétrico varió entre a 4,53 a 13,5 m^3/ha/año en los rodales en estudio, correspondiendo el menor a valor a la Escuela de Silvicultura.

E. OTROS PARÁMETROS EVALUADOS

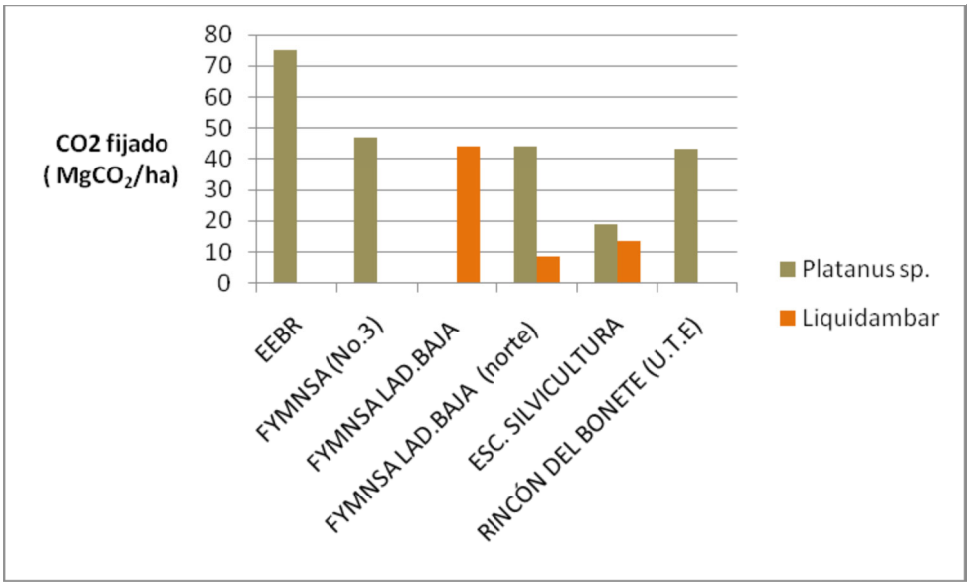
Con respecto al material de propagación empleado en el caso de *Platanus occidentalis* se pudo comprobar que se obtuvieron mejores crecimientos cuando se utilizaba barbados en lugar de esquejes o estacas. En cambio para Liquidámbar se tiene muy poca información respecto de los orígenes de semilla utilizados.

En cuanto al espesor de corteza se observó que para *P. acerifolia* varió entre 0.35 y 0.85 cm; mientras que en *P. occidentalis* se mostraron diferencias mucho menores estimándose un valor promedio de 0.40 cm. Los espesores de corteza de *Liquidámbar* fueron muy similares al de *P. occidentalis*.

Es de destacar que los rodales en estudio carecían de fertilización por lo cual se podrían esperar crecimientos mayores de llevarse a cabo esta práctica al momento de la plantación, también se observó un buen estado sanitario de las plantaciones en general.

Para la fijación de carbono se calculó que las especies de *Platanus* evaluadas almacenan más carbono con respecto a *Liquidambar* pero debe tenerse en cuenta que es un valor estimativo.

Gráfico No. 6. Carbono almacenado (Mg CO_2/ha) en los rodales evaluados



Con respecto a los suelos, se puede inferir a partir de los análisis químicos realizados que más alto contenido en materia orgánica fue encontrado en la E.E.B.R. superando el 8% en el horizonte A y con una elevada sumatoria de bases que desciende en profundidad seguido de la Escuela de Silvicultura.

Con respecto a la sumatoria de bases, los resultados más elevados fueron en la E.E.B.R., en la Escuela de Silvicultura y en FYMNSA. Con respecto a estos dos últimos sitios mencionados, se nota un elevado contenido de calcio y magnesio, con lo cual concuerda con la bibliografía consultada en cuanto a los requerimientos de nutrientes.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se pudieron registrar los rodales de las especies en estudio para evaluar comportamiento y crecimiento de *Liquidambar styraciflua* y *Platanus sp.*, estableciendo diferentes situaciones y las condiciones en que se encontraban los mismos.

Teniendo en cuenta la distribución natural de *Liquidámbar,* es una especie que presenta una amplia distribución y adaptabilidad a diferentes sitios.

Se adapta a climas fríos hasta subtropicales con temperaturas máximas de entre 25 a 36º C y mínimas de -11 ºC a 5ºC, lo cual la hace una especie tolerante a las heladas, mientras que las precipitaciones en donde se desarrolla naturalmente varían de 1000 a 1800 mm. Por lo cual si lo comparamos con las condiciones climáticas existentes en nuestro país se observa que se encuentra dentro de los rangos mencionados.

En cuanto a las condiciones edáficas resultan ser muy tolerante a diferentes suelos y sitios, pero crece mejor en suelos fértiles, húmedos, arcillosos, aluviales y areno arcillosos, pobremente drenados e incluso en terrenos inundables pero con cierto drenaje.

Las principales explotaciones comerciales se encuentran en tierras húmedas y anegadizas en Ohio y Mississippi, pero en nuestro país los rodales no se encontraban en sitios anegados.

La especie presenta limites altitudinales amplios, se desarrolla desde el nivel del mar hasta unos 2100 metros en América Central.

Un parámetro indicativo de adaptación de la especie, es la fructificación que se pudo observar en algunos rodales estudiados; en rodales mayores a 20 años, presenta gran habilidad para regenerarse rápidamente y es un persistente competidor con las semillas de pino.

Se propaga muy bien a partir de semillas pero también rebrota muy bien de tocón y de raíces. Es importante destacar que la micorrización puede aumentar el crecimiento inicial y disminuir la mortalidad del material de propagación.

Los tratamientos silviculturales necesarios para obtener madera libre de nudos y de buena calidad son la poda durante los 3 primeros años, aunque se destaca que la

especie presenta buena poda natural, y en los rodales densos, raleos antes de que se junten las copas, junto con la eliminación de los árboles bifurcados y de mala forma, lo cual contribuye a un aumento significativo del volumen obtenido.

Si evaluamos el crecimiento a través del incremento diamétrico y volumétrico medio anual en el área de distribución son respectivamente 0.48 a 0.62 cm/año y entre 10.97 a 11.87 m^3/ha/año.

En nuestras condiciones el IMA diamétrico registrado en plantaciones jóvenes en COFUSA fue de 1,54 cm/año y en el resto de los rodales evaluados en el norte del país se encontraron valores de 1.4 a 1.58 cm/año, mientras que en las plantaciones del sur se evidenciaron menores crecimientos de 0.65 cm/año registrados en Lavalleja.

Para el incremento medio anual volumétrico varió entre el rango de 4.53 a 13.5 m^3/ha/año dependiendo de los sitios evaluados.

Se observó un buen estado sanitario de las plantaciones y mayores crecimientos podrían obtenerse si se fertilizara al momento de la plantación.

Es una especie ideal para reforestación por su rápido crecimiento, alta resistencia a los insectos y alta versatilidad de productos y servicios obtenidos como ser madera de calidad y recuperación de suelos; su producción permite la combinación con ganadería, además de la producción de leña y miel entre otros.

En el caso del género *Platanus sp*. este presenta una distribución más amplia dependiendo de la especie , algunas están en el sureste de Europa hasta India, y otras en América del Norte. Es de destacar que la especie más importante desde el punto de vista forestal es *Platanus occidentalis.*

Al igual que el liquidámbar, se adapta muy bien a diferentes sitios; la temperatura máxima es de 40 ºC mientras que la mínima puede llegar a -34 ºC. El rango promedio en donde se desarrolla mejor va desde los 4 a 21 ºC, resiste muy bien bajas temperaturas e incluso heladas pero no calor intenso.

El rango de precipitaciones en su distribución natural varía de 600 a 2030 mm.

La altitud en la cual se desarrolla comprende desde el nivel del mar hasta 700 metros.

En cuanto a las condiciones edáficas es poco exigente, prefiere suelos profundos y con alto contenido de humedad, los mayores crecimientos se dan a lo largo de los cursos de agua, y es tolerante a ciertas fluctuaciones. Los suelos que favorecen la germinación son húmedos hasta inundados lo que le permite desarrollar un sistema radicular fuerte, extenso y que penetra profundamente el suelo.

Las semillas tienen un escaso poder germinativo, se multiplica comúnmente por estacas. Se regenera a partir de semillas, y se obtiene un alto número de rebrotes desde tocón o raíces. La fertilización es una práctica muy utilizada para aquellas plantaciones destinadas a la producción de pulpa.

El incremento anual diamétrico y volumétrico promedio en el área de distribución es de 0.91 cm/año y 7.23 m^3/ha/año.

En las plantaciones estudiadas se encontró que en las plantaciones del norte del país el I.M.A diamétrico para *P.occidentalis* varió desde 1.18 a 1.61 cm. /año, en E.E.B.R. fue de 0.93 cm/año, y para los rodales de *Platanus acerifolia* varió desde 0.5 a 1.05 cm. /año.

El I.M.A volumétrico por su parte varió para las plantaciones del norte entre 6.87 a 11,6 m^3/ha/año para *Platanus occidentalis* y en E.E.B.R. se registró un incremento de 5,17 m^3/ha/año para esta especie. Para *Platanus acerifolia* se registraron en dos sitios 3,4 m^3/ha/año en la Escuela de Silvicultura y un valor mayor en Rincón del Bonete con 23.07 m^3/ha/año.

Al igual que para liquidámbar; todos los rodales carecían de fertilización y la mayoría se encontraba en buen estado sanitario.

Es una especie que es muy utilizada para la producción de pulpa, para restaurar suelos degradados también para la formación de cortinas corta viento y para sombra.

Debido a su gran capacidad de adaptación y rápido crecimiento es una de las especies más utilizada a nivel urbano ya que soportan aire seco y contaminado, conservan durante mucho tiempo su follaje proporcionando sombra.

Actualmente el gobierno uruguayo impulsa un modelo forestal basado en la diversificación de especies tanto exóticas como nativas. Para poder satisfacer esa necesidad se debería poder continuar avanzando en la investigación para obtener información acerca de las especies estudiadas a nivel nacional en cuanto a la fisiología, y la capacidad de obtención de material de propagación para poder satisfacer las necesidades de productores y empresas.

Sin lugar a dudas quedan aún muchos aspectos por estudiar como ser densidades de plantación más convenientes, intensidades y frecuencia de los tratamientos silviculturales, como podas, raleos, y el efecto de la fertilización entre otros.

Por ello es necesario establecer contactos con países de la región que se encuentran más avanzados en la investigación y fomentar la cooperación e intercambio, así como también evaluar la diversidad genética en diferentes poblaciones para la

selección de árboles fenotípicamente superiores, junto con ensayos de procedencia de semillas.

Es primordial enfocarse en el estudio económico y la rentabilidad de este tipo de emprendimientos apuntando a los pequeños y medianos productores.

También falta estimar la capacidad de fijación de carbono para que estas especies multipropósito sean también promisorias para el establecimiento de plantaciones en el marco de proyectos de mecanismos de desarrollo limpio y por ende para la comercialización de créditos de carbono. Para ello es necesario establecer fórmulas, ecuaciones y modelos validados para las especies estudiadas.

Sin duda para obtener los mayores beneficios es necesario profundizar en la evaluación de sistemas agroforestales, en los bajos donde la instalación de praderas podría ser una elección propicia junto a la plantación de estas especies, a los efectos de determinar la interacción entre las mismas y poder cuantificar ciertos indicadores.

VII. RESUMEN

El principal motivo por el cual se desarrolló este estudio fue el reciente interés de profundizar el conocimiento sobre el comportamiento de especies forestales de maderas nobles cuyo cultivo industrial no es tradicional en nuestro país y de las cuales se carecía de información a nivel nacional. El trabajo consiste en un estudio preliminar del comportamiento y evaluación del crecimiento de los rodales existentes de *Liquidambar styraciflua* L. y *Platanus sp*. en diferentes regiones del país, y establecer comparaciones con respecto a su área de distribución natural. Se espera que este trabajo fomente el interés por las especies estudiadas y sus posibilidades de plantación, comercialización, por la producción de madera de alto valor y servicios ambientales.

Palabras clave: *Liquidambar styraciflua*; *Platanus sp.;* Arboles forestales; Crecimiento; Medición forestal

VIII. SUMMARY

The main reasons for which this study was held was due to the recent interest in deepen the knowledge about the behavior of forestry species of quality woods which plantation is not traditional in our country and of whom there were a lack of information at a national level. This piece of work consist of a preliminary study about the behavior and evaluation of the growth of existing stands of *Liquidambar styraciflua L.* and *Platanus sp.* in different regions of the country. Besides, make comparisons between their natural distribution areas. The aim of this piece of work is to foment interest about the studied species and the possibilities of plantation, commercialization and for the production of highly valuable wood, as well as environmental services.

Keywords: *Liquidambar styraciflua*; *Platanus sp*.; Forest trees; Growth; Forest mensuration.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALONZO, A. E.; SANCHO, R.; FERNÁNDEZ, A.E. 1969. Comportamiento de *Liquidambar styraciflua L*. en el Delta del Paraná. IDIA. Supl. Forestal. no. 5. 1-10.

2. BEAUMONT, E.; MERENSON, C.1999. El Protocolo de Kyoto y el mecanismo para un desarrollo limpio. Nuevas posibilidades para el sector forestal de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, FAO. Departamento de Montes. 99 p.

3. BENTANCOURT, C., SCATONI, I., 2000. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 1 disco compacto.

4. BETTS, H.1954. Sweet gum. Washington, D.C., USDA. Forest Service.8 p.

5. BONNER, F.1968. *Liquidambar styraciflua L*. (en línea). Mississippi, USDA Forest Service. Southern Research Station Mississippi. s.p. Consultado 3 ago. 2007. Disponible en http://www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Liquidambar.pdf

6. _____.1974. *Liquidambar styraciflua L*., sweetgum. In: Seeds of woody plants in the United States. Misssisippi, U.S. Department of Agriculture. Forest Service. 883p. (Agricultural Handbook. no. 450)

7. BOUGHNER, W.1955. The lowland hardwood forest type in southern Michigan. Michigan, U.S.Department of Agriculture. Forest Service. 34 p. (Agricultural Handbook. no.)

8. BROWN, H.; PANSHIN, A.; FORSAITH, C. 1949. Textbook of wood technology. Nueva York, Mc Graw-Hill. 652 p.

9. CABRIS, J. 2004.Evaluación de un ensayo de origenes de *Pinus taeda L.*variables dendrométricas y propiedades de la Madera. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 157 p.

10. CAMARA HERNANDEZ, J. 1980. Algunos árboles cultivados en las calles de la ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires, Secretaria de Educación. 59 p.

11. CARNEVALE, J. 1955. Árboles forestales. Buenos Aires, Hachette. 689 p.

12. CASELLA,M.; CEDRES,A.; MUNKA,C.; PASTORINI,V.; POSSE,J.; 1993. Diagnostico de sistemas agroforestales del Uruguay. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 124 p.

13. CATIE, 2003. Árboles de centroamérica; un manual para extensionistas. (en línea).Oxford, Oxford Forestry Institute/CATIE. pp. 659-662. Consultado 10 ago. 2008. Disponible en http://www.herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/liquidambar_styraciflua.pdf

14. COLADONATO, M. 1992. *Liquidambar styraciflua;* effects information system. (en línea). Colorado, USDA. Forest Service. Rocky Mountain Research Station. Fire Sciences Laboratory. s.p. Consultado 28 jun. 2006. Disponible en http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/liqsty/introductory.html

15. COLLINGWOOD, G; BRUSH, W.1964. Knowing your trees. 2nd.ed. Washington, The American Forestry Association. 349 p.

16. CONABIO. 2002. *Liquidambar styraciflua L.* (en línea). México, CONABIO. s.p. Consultado 27 jun. 2007. Disponible en www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/34-hamman.m

17. COZZO, D. 1950. Árboles para parques y jardines. Buenos Aires, Suelo Argentino. 333 p.

18. _____. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 610 p.

19. _____. 1995. Silvicultura de plantaciones maderables. Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora. 438 p.

20. DAVIS, T.C.; BEALS, H.O. 1977. Internal discoloration of swetgum. Alabama, Alabama University. Agricultural Experiment Station Auburn. Circular no. 234. 16 p.

21. DIESTE, A. 1999. Caracterización de suelos de los departamentos de Río Negro y Rivera y evolución de sus propiedades al pasar del uso pastoral al forestal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102 p.

22. DIMITRI, M. 1978. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería; descripción de las plantas cultivadas. 3ª.ed. Buenos Aires, ACME SACI. 651 p.

23. DURAN, A. 1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.

24. FAO. 1966. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma.435 p.

25. _____.1986. Databook on endangered tree and shrub species ant their provenances. Roma.524 p.

26. FOREST SERVICE. 1999. Wood handbook; wood as an engeneering material.

Madison, U.S. Departement of Agriculture. Forest Service. 474 p. (Agriculture Handbook no.654).

27. FOWELLS, H.A.1965. Sweet Gum In: Silvics of forest trees of the United States. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture. Forest Service. pp. 248- 254. (Agriculture Handbook no. 271).

28. GAYOSO, J; GUERRA J.; ALARCÓN, D. 2002. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. (en línea). Valdivia, Universidad Austral de Chile. 24 p. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.uach.cl/procarbono/Documentos/Informe%20Tecnico%20Biomasa.pdf

29. GRIMM, W.D. 1962. The book of trees. Pennsylvania, Stackpole. 461 p.

30. HELGUERA, G.; LOPEZ, E. 1945. Árboles forestales y ornamentales. Montevideo, M.G.A.P. Junta Honoraria Forestal. 204 p.

31. HESS, R.; RECORD, S. 1943. Timbers of the New World. Connecticut, Yale University Press. 640 p.

32. HOSNER, J. 1959. Survival root and shoot growth of six bottomland tree species following flooding. Journal of Forestry. 57: 927-928.

33. IPCC. 2003. Land use, Land- use change and forestry. (en línea). Cambridge. Consultado 10 ago. 2009. Disponible en http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=0

34. JIASUEY .H; ALLAIRE, D. 1998. *Liquidambar styraciflua*. (en línea).

New England, University of Connecticut. 5 p. Consultado 27 jun. 2007. Disponible en http://www.lib.uconn.edu/CANR/plsci/mbrand/l/liqstyl.html

35. JOHNSON, H. 1980. Los árboles. Barcelona, Blume. 288 p.

36. JOHNSON, R. 1985. Sweetgum (*Liquidambar styraciflua L.)*; an american wood. (en línea).Washington, D.C. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. 7 p. (FS no. 266). Consultado 2 abr. 2009. Disponible en http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/usda/amwood/266swgum.pdf

37. KORMANIK, P.P. 2003. *Liquidambar styraciflua* L. (Sweet gum). In: Silvics of forest trees. (en línea). Washington, D.C., U. S. Department of Agriculture. Forest Service. s.p. (Agricultural Handbook no. 654). Consultado 14 feb.2007. Disponible en www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/Volume_2/liquidambar/styraciflua.htm

38. KOCH, P.1985. Utilization of hardwoods growing on southern pine site. Washington, D.C.U.S.Department of Agriculture. Forest Service. pp 69-73 (Agriculture Handbook no. 605).

39. KREMER, M. 1990. Arboles. Barcelona, Naturart. 287 p.

40. LAHITTE, J.; HURRELL, J.; VALLA, J.; BAZZANO, D.; HERNANDEZ. A. 1999. Biota Rioplatense IV. Árboles urbanos. Buenos Aires, Literature of Latin America. 320 p.

41. LA RUFFA, W. 2001. Sweet gum. (en línea). Blackburg, College of Natural Resources. Blackburg. 5 p. Consultado 27 jun. 2008. Disponible en http://www.sfp.forprod.vt.edu/factsheets/sweetgum.pdf

42. LOEWE, M.V. 1992. Apuntes sobre algunas latifoliadas de maderas valiosas. Ciencia e Investigación Forestal. 6(2): 335-348.

43. _____.1995 Proyecto silvicultura de especies no tradicionales; un aporte al proceso de diversificación productiva. (en línea). Revista Ciencias Forestales. 10: s.p. Consultado 3 abr. 2009. Disponible en http://revistacienciasforestales.uchile.cl/1995_vol10/n1-2a06.pdf

44. _____.; GONZALEZ, M.1998. Plantaciones mixtas; una alternativa para diversificar y producir en forma sostenible. (en línea).Santiago de Chile, INFOR. 5 p. Consultado 3 abr. 2009. Disponible en http://www.rimisp.org/ifsa/php/simposio/documentos/200/204.pdf

45. _____.; _____. 2001. Nogal común *(Juglans regia*), una alternativa para producir madera de alto valor. Santiago de Chile, INFOR. 165 p.

46. _____.; _____. 2003a. Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua L.),* una alternativa para producir maderas de alto valor. Santiago de Chile, INFOR. 140 p.

47. _____.; _____. 2003b. Protecciones individuales (shelters), instrumento útil para producir madera de alto valor (en línea). In: Congreso Forestal Mundial (12º.,2003,Québec). Los bosques, fuente de vida. Québec, FAO. s.p. Consultado 3 abr. 2009.Disponible en http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0071-B4.HTM

48. LOMBARDO A. 1979a. Los árboles cultivados en los paseos públicos. 2ª. ed. Montevideo, IMM. 283 p.

49. _____. 1979b. Los arbustos y arbustillos de los paseos públicos. 2ª. ed. Montevideo, IMM. 306 p.

50. _____. 1983. Flora Montevidensis; Gamopétalas. Montevideo, IMM. t.2, 347 p.

51. _____. 1984. Flora Montevidensis; Monocotiledoneas. Montevideo, IMM. t.3, 465 p.

52. LOPEZ, V.; NAJERA Y ANGULO, F. 1969. Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares. Madrid, Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 279 p.

53. Mc DERMOTT, R. 1953. Light as a factor in the germination of some bottomland hardwood seeds. Journal of Forestry. 51: 203- 204.

54. Mc ELWEE, R.L. 1970. Artificial regeneration of hardwoods. The silviculture of oaks and associated species. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Research Paper 144:17-25.

55. MARTINO, D.2004.Nuevos hitos en el desarrollo del mercado del carbono. (en línea). Revista de la Sociedad de Productores Forestales. 8:11-14. Consultado 3 abr. 2009. Disponible en http://www.carbosur.com.uy/archivos/Revista%20SPF%20Nov%202004.pdf

56. MOTTET, S; HAMM, J; LOPEZ, A.; RAMOS, A. 1970. Árboles y arbustos ornamentales. Madrid, Mundi Prensa. 300 p.

57. NESOM, G. 2002. American Sycamore. *Platanus occidentalis L*. (en línea). Chapel Hill, University of North Carolina. North Carolina Botanical Garden. Formerly BONAP. Consultado 3 may. 2009. Disponible en http://Plants.usda.gov/plantguide/doc/cs_ploc.doc

58. ONU. 1998. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. (en línea). Kyoto, ONU. 24 p. Consultado 20 set. 2008. Disponible en http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

59. OYHANTÇZABAL, W. 2005. Créditos de carbono y crisis del petroleo ¿la hora de la agroenergia?. (en línea). Montevideo, MGAP. OPYPA. s.p. Consultado 8 mar. 2009. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario05/Proyectos/cred%20carbono.pdf

60. _____.2006. Servicios ambientales. Situación y perspectivas del Mercado de carbono. (en línea).Montevideo, MGAP. OPYPA. s.p. Consultado 8 mar. 2009. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario06/docs/47%20-%20servicios%20ambientales.pdf

61. PARODI, L. 1959. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. descripción de las plantas cultivadas. Buenos Aires, ACME. V1. 931p.

62. PERDOMO, H.; RONCAGLIOLO, P. 2000. Estudio de la correlación entre caracteristicas y cualidades de sitio y crecimiento en altura de algunos clones de álamos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 47 p.

63. PÉREZ OLVERA, C. de la P.; CORRAL LÓPEZ, G. 1980. Estudio anatómico de la madera de once especies de angiosperma. México, INIF.79 p. (Boletín técnico no. 64).

64. PHILLIPS, R. 1985. Los árboles. Barcelona, Blume. 223 p.

65. RASBAND, W. 2008. Image J. (en línea). Maryland, US National Institute of Health. Consultado 4 jul. 2009. Disponible en http://rsb.info.nih.gov/ij

66. REDHER, A. 1949. Manual of cultivated tree and shrubs hardy in North America exclusive of the tropical and warmer temperature regions. 2ª.ed. Nueva York, Macmillan. 996 p.

67. RICHTER, H.; DALLWITZ, M. 2000. Commercial timbers; description, illustrations, identification and information retrival. (en línea).s.n.t. s.p. Consultado 26 jul. 2006. Disponible en http://delta-intkey.com/wood/en/www/hamlisty.htm

68. ROMERO, G. 2004a. Enfermedades forestales en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 47 p.

69. _____. 2004b. Mohos, manchas y podredumbres de la madera. Montevideo, Facultad de Agronomía.19 p.

70. SANCHEZ, M. 2004. *Liquidambar styraciflua*- Liquidámbar. (en línea). Valencia, AEA. 28 p. (Las raíces de AEA no. 40). Consultado 26 jul. 2006. Disponible en http://www.aearboricultura.com/Liquidambar%20styraciflua.pdf

71. SANDKER, M.; TOTARO, L. 1999. Árboles mieliferos para reforestar. Proyecto de manejo de abejas del bosque. (en línea). .l., University of Utrech. s.p. Consultado 12 ago. 2008. Disponible en http://www.bio.un.nl/promabos/arbolesmeliferos/pdf_files/Liquid%Elmbar.PDF

72. SANS, C.; DANILUK, G.; ESCUDERO, R.; IRISITY, F.; SORIA, L., PRIORE, E.; PELUFO, M.; ARNABOLDI, G.; GIOSA, R. 2007. Determinación de parámetros y ecuaciones para estimar la biomasa en plantaciones forestales. Informe final. (en línea). Montevideo, MGAP. Facultad de Agronomía. 30 p. Consultado 4 abr. 2009. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/UPACC/archivos/Informe%20Biomasa_FAGRO.pdf

73. SULLIVAN, J. 1994. *Platanus occidentalis*. The Fire Effects Information System [Database]. (en línea). Missoula, U.S.Department of Agriculture. Forest Service. Intermountain Research Station. Intermountain Fire Sciences Laboratory. s.p. Consultado 26 abr. 2009. Disponible en http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/plaocc/introductory.html

74. TOLEDO, S. 2007. Guía para la presentación de trabajos finales. (en línea). Montevideo, Biblioteca de la Facultad de Agronomía (Uruguay). 23 p. Consultado 15 mar. 2007. Disponible en http://biblioteca.fagro.edu.uy/files/Guia.pdf

75. TUSET, R; DURAN, F.1970. Descripción y clave macroscópicas de maderas comerciales en Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 63 p.

76. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA).1965. Silvics of Forest Trees of the USA. Forest Service. Agriculture Handbook no. 271 pp. 672-676.

77. _____.1987.Characteristics and availability of commercially important wood. In:Wood handbook; wood as an engineering material. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. pp. 1-11. (Agricultural handbook no.72)

78. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGIA.1996. Normas climatológicas. (en línea). Montevideo. Consultado 28 jun.2006. Disponible en http://www.meteorolgia.gub.uy

79. _____. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. 2004. Índices de productividad y grupos de suelo CONEAT. (en línea). Montevideo. Consultado jul.2006. Disponible en http://www.prenader.gub.uy/coneat/viewer.htm?Title=CONEAT%20Digital

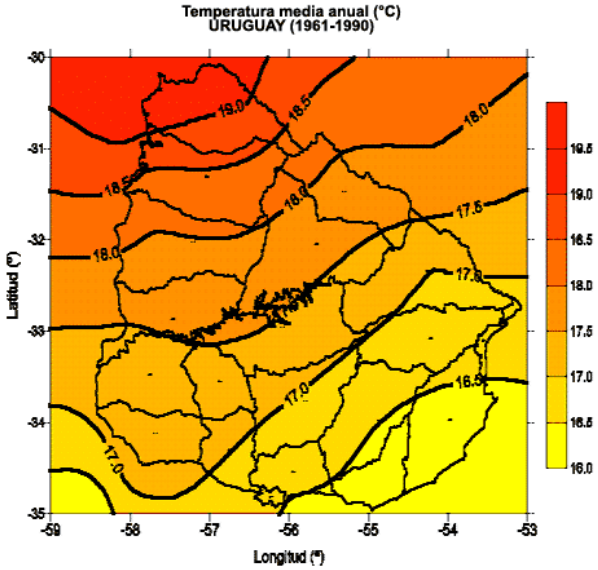
80. _____._____.AECI. 2006. Diagnostico de información nacional disponible para elaborar proyectos MDL forestales. Proyecto "Inserción de Uruguay en el Mercado del Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL, para proyectos forestales y agropecuarios". Montevideo. Uruguay. 51 p.

81. WELLS, O.; SCHMIDTLING; R. 1965. *Platanus occidentalis* L.sycamore In: Silvics of North America. (en línea). Washington D.C.U.S. Department of Agriculture. Forest Service. pp. 511-517. (Agricultural Handbook no. 654). Consultado 2 may. 2009. Disponible en http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/Volume_2/platanus/occidentalis.htm

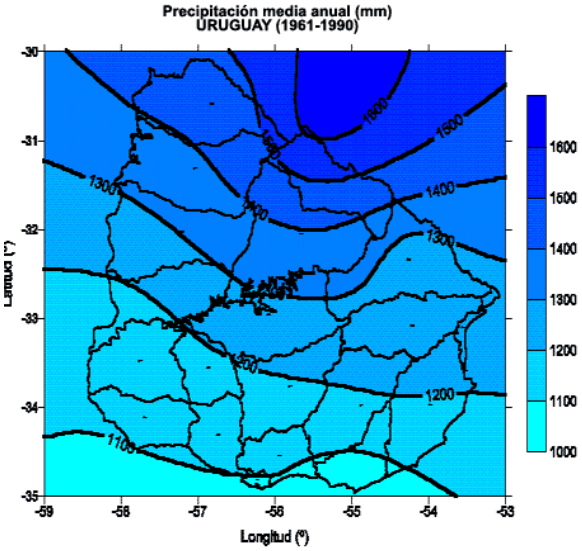
82. WORLD AGROFORESTRY CENTRE. 2003. *Liquidambar styraciflua.* (en línea). Nairobi, Kenya. s.p. Consultado 9 jul.2007. Disponible en www.agroforestrycentre.org/Sites/TreeDBS/Aft/SpeciesInfo.cfm

X – ANEXOS

No.1. Caracterización meteorológica del Uruguay para las variables temperatura y precipitaciones



Fuente: URUGUAY. MDN.DNM (2004)



Fuente: URUGUAY. MDN.DNM (2004)

No. 2. Planillas de campo

Especie:		
Fecha de instalación:		
Origen de plantines / semillas		
Laboreo:	Maquinaria:	
	Labores:	
	Fecha:	
Control de plagas: Sí / No		
Plantación: Manual / Mecánica		
Envase: Con/ Sin		
Edad de plantación:		
Distancia de plantación:		
Fertilización:	Dosis:	
Superficie:		
Densidad actual:		
Objetivo de plantación:		
Distanciamiento entre árboles:		
Diseño de plantación:		
Categorías silviculturales de los árboles presentes (frecuencias)		
Fructificación:		
Regeneración natural:		
Rectitud de fuste:		
Ramas:	Tamaño:	
	Abundancia:	
	Ángulo de inserción:	
Copa:	Dimensiones diámetro y altura:	
	Forma:	

TRATAMIENTOS POST – PLANTACIÓN:

	Producto	Dosis	Fecha	Método
Control de hormigas				
Fertilización				
Otros				
	Fecha	Porcentaje		
Reposiciones				
Pérdidas				
Sobrevivencia natural				
Causas de las pérdidas:				

MANEJO SILVICULTURAL

		Fecha	Intensidad	Sistema	Volumen
Proyectado	Podas				
	Raleo				
	Corta final				
Realizado	Podas				
	Raleos				

Planilla de muestreo:

Establecimiento:
Departamento:
Localidad:
Fecha:
Superficie (ha):
Superficie de la parcela (m^2):
Posición topográfica:
Coordenadas:
Observaciones:

Especie: *Liquidambar styraciflua*
Platanus orientalis
Platanus occidentalis
Platanus acerifolia

Clase DAP (cm)	**DAP1/DAP2 (cm)**	**Nº árboles/ clase**	**H t (m)**	**H c (m)**

No. 3. Planilla para la descripción del perfil

Localización:

Unidad:

Suelo:

Posición topográfica:

Pendiente:

Vegetación natural:

Relieve local:

Material geológico:

Relieve general:

Uso actual:

Coordenadas:

Horizonte	Espesor	Transición	Color	Textura	Estructura	Revestimientos	Concreciones	Moteados

CARACTERISTICAS ASOCIADAS

Drenaje externo	
Erosión	
Grado de pedregosidad	
Grado de rocosidad	

PROPIEDADES A INFERIR:

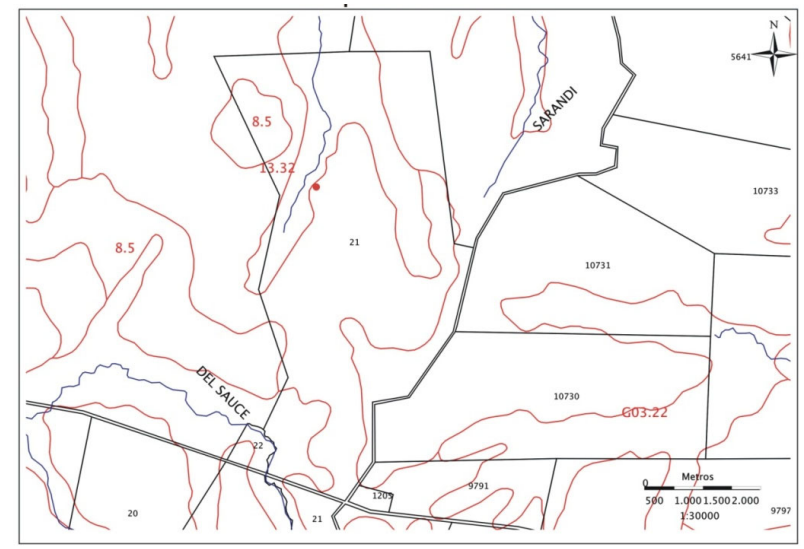
Drenaje natural	
Riesgo de sequía	
Riesgo de erosión	
Fertilidad natural	

PROPIEDADES RELACIONADAS AL DESARROLLO RADICULAR

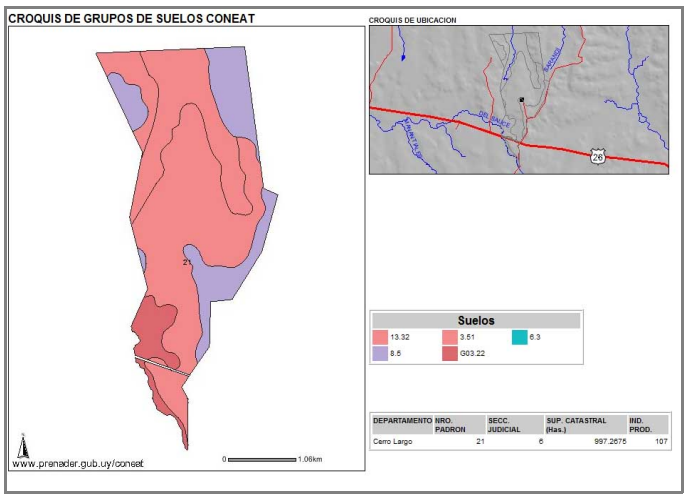
Profundidad efectiva	
Profundidad de arraigamiento (hor A)	

Observaciones:

No.4. Croquis de ubicación Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, Cerro Largo

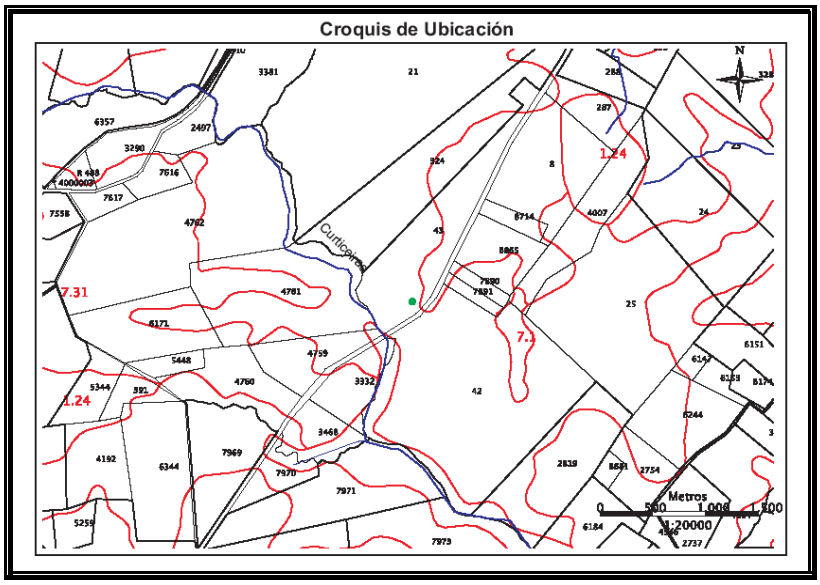


No.5. Croquis CONEAT de la E.E.B.R, departamento Cerro Largo

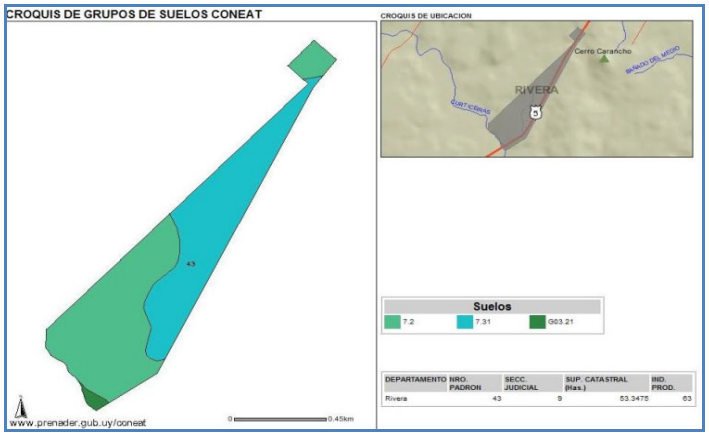


Fuente: URUGUAY.MGAP, 2004

No.6. Croquis de ubicación de la parcela en COFUSA, departamento de Rivera

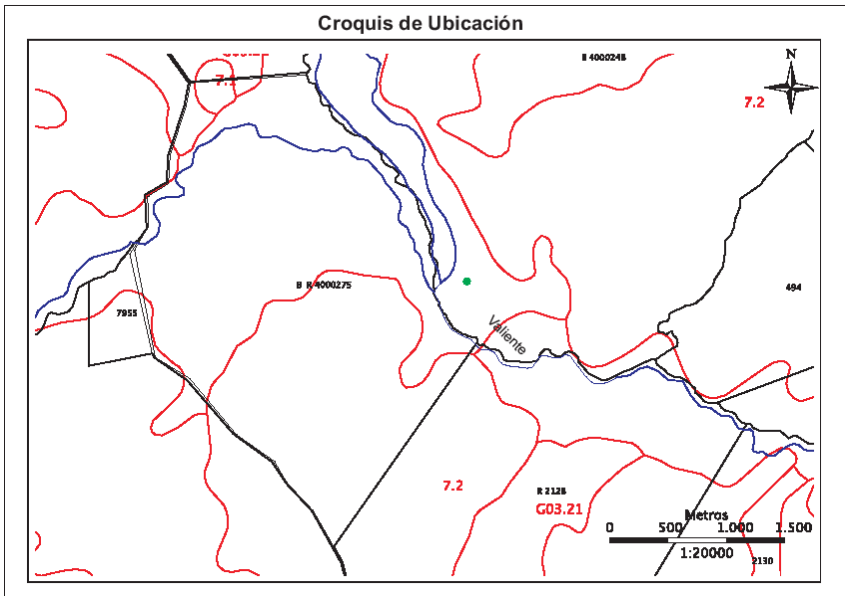


No.7. Croquis CONEAT de padrón de COFUSA en el departamento de Rivera

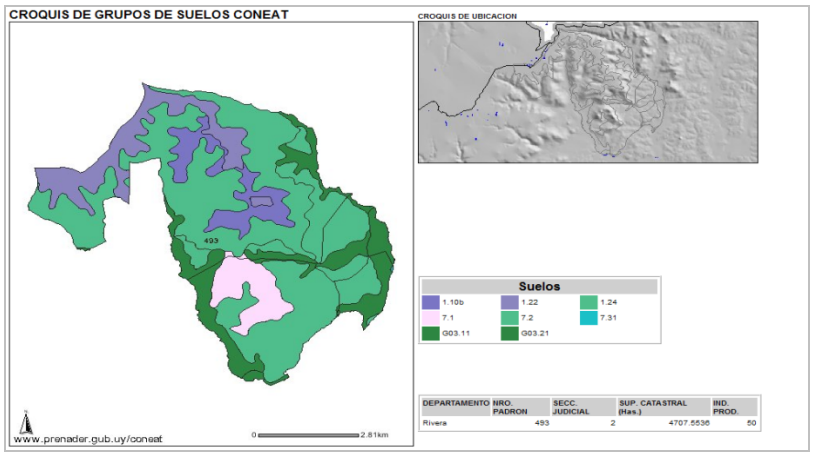


Fuente: URUGUAY.MGAP, 2004

No.8. Croquis de ubicación del padrón Nº493, FYMNSA en el departamento de Rivera

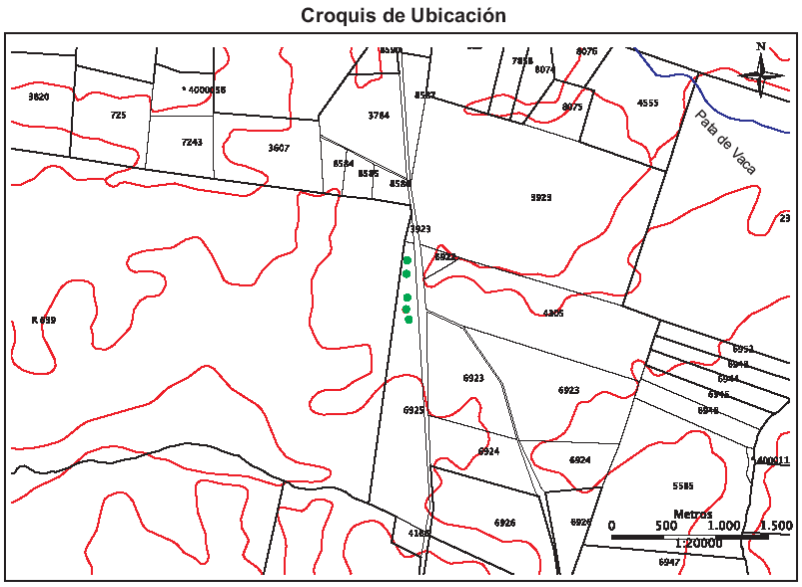


No. 9. Croquis del padrón 493 de F.Y.M.N.S.A. en el departamento de Rivera

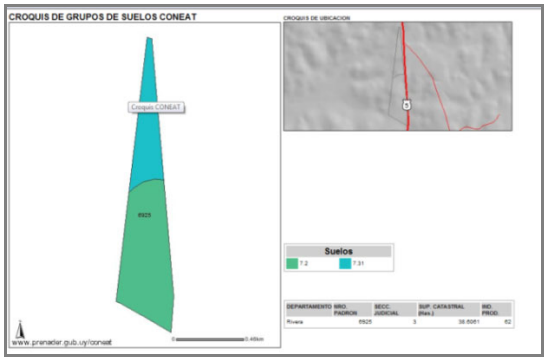


Fuente: URUGUAY.MGAP, 2004

No. 10. Croquis de ubicación de las parcelas en F.Y.M.N.S.A departamento de Rivera



No. 11. Croquis CONEAT del padrón 6925 de F.Y.M.N.S.A en Rivera



Fuente: URUGUAY.MGAP, 2004

No.12. Descripción del perfil de la calicata en el departamento de Rivera, perteneciente a la empresa F.Y.M.N.S.A.

A1 0-15 cm - pardo (7,5 YR 4/3), pardo claro (7,5 YR 6/3) en seco; franco arenoso fino; bloques subangulares, finos, débiles; blando, muy friable, no pegajoso y no plástico; raíces finas y muy finas, comunes y medias, pocas; poros intersticiales y tubulares comunes; transición clara, plana.
A2 15-45 cm - pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3), pardo rojizo (5 YR 4/3) en seco; franco arenoso; bloques subangulares finos y medios, débiles; ligeramente duro, muy friable, no pegajoso no plástico; raíces finas y muy finas, comunes y medias, pocas; muchos poros intersticiales y tubulares finos y muy finos; transición clara, plana.
A3 45-71 cm - pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3), pardo rojizo (5 YR 4/3) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, finos y medios, débiles; ligeramente duro, muy friable, no pegajoso, no plástico; pocas raíces muy finas a medias; muchos poros intersticiales y tubulares muy finos y finos; transición abrupta, plana.
Bt1 71-92 cm - pardo rojizo oscuro (2.5 YR 3/3), pardo rojizo (2.5 YR 4/3) en seco; franco arcillo arenoso; bloques subangulares, medios, moderados; ligeramente duro, friable, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico; pocas raíces finas a medias; pocos poros intersticiales y tubulares muy finos a medios; muy pocas películas de arcilla, en caras de agregados y poros; transición clara, plana.
Bt2 92-116 cm - pardo rojizo oscuro (2.5 YR 3/3), pardo rojizo (2.5 YR 4/3) en seco; bloques subangulares, medios, moderados; ligeramente duro, friable, pegajoso y plástico; pocas raíces finas a medias; poros intersticiales y tubulares, muy finos y finos, comunes; muy pocas películas de arcilla, en caras de agregados y poros; transición gradual, plana.
Bt3 116-150 cm - rojo oscuro (2.5 YR 3/6), rojo (2.5 YR 5/6) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares, medios, moderados; duro, friable, pegajoso y plástico; pocas raíces muy finas y finas; poros intersticiales y tubulares, muy finos y finos, comunes; muy pocas películas de arcilla, en canales de raíces y/o poros; transición gradual, plana.
Bt4 150-200 cm - rojo (2.5 YR 4/6), rojo (2.5 YR 5/6) en seco; franco arcillo arenoso; bloques subangulares, medios, débiles; ligeramente duro, muy friable, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico; pocas raíces muy finas; poros intersticiales y tubulares, muy finos y finos, comunes; muy pocas películas de arcilla, en canales de raíces y/o poro

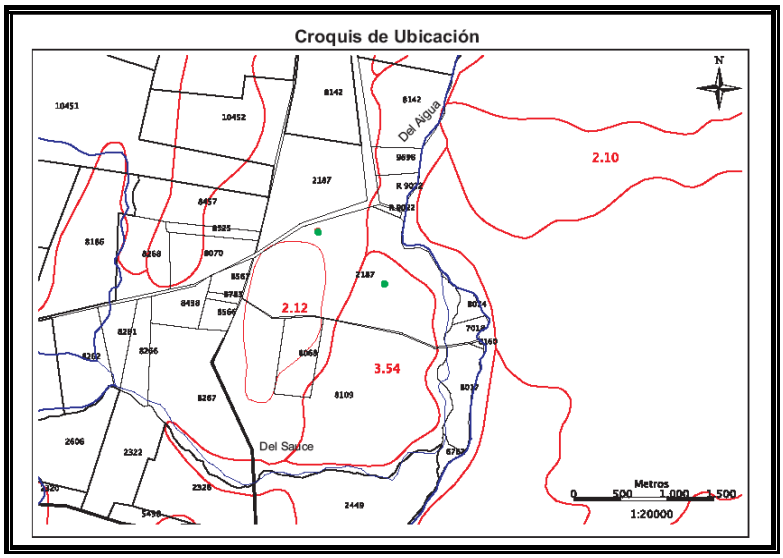
No.13. Análisis químico del perfil de la calicata ubicada en el padrón 493 en el departamento de Rivera, F.Y.M.N.S.A.

Espesor (cm)	Hz	C org*	N total*	Fe*	Ca	Mg	Na	K	Al *	CIC	pH
										PH 7	H_2O
0-15	A1	0.8	0.08	0.5	0.9	0.5	0.1	0.2	0.2	3.2	5.0
15-45	A2	0.5	0.05	0.9	0.8	0.3	0.1	0.2	0.9	4.6	4.9
45-71	A3	0.5	0.07	1.2	1.6	0.5	0.1	0.3	0.8	6.2	5.0
72-92	Bt 1	0.7	0.10	1.9	2.4	0.9	0.1	0.2	2.0	10.0	4.9
92-116	Bt 2	0.6	0.09	2.0	2.0	0.9	0.1	0.2	2.7	10.2	4.9
116-150	Bt 3	0.3	-	1.8	1.6	0.8	0.1	0.1	2.2	8.0	4.9
150-200	Bt 4	0.0	-	1.6	1.5	1.0	0.1	0.1	1.5	7.2	5.2

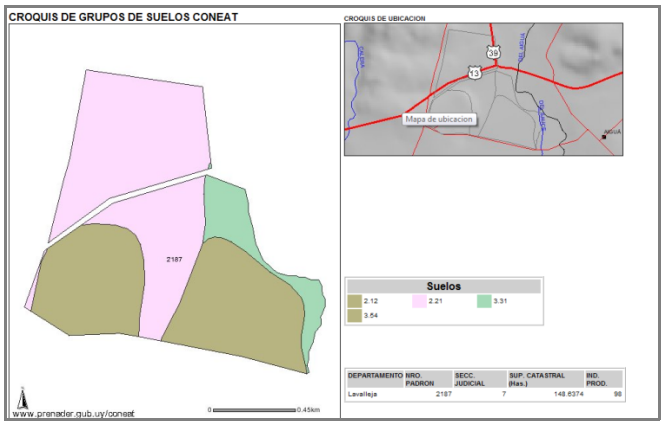
Fuente: Dieste (1999)

*- extraíble con ditionito – citrato

No.14. Croquis de ubicación de la Escuela de Silvicultura en el departamento de Lavalleja

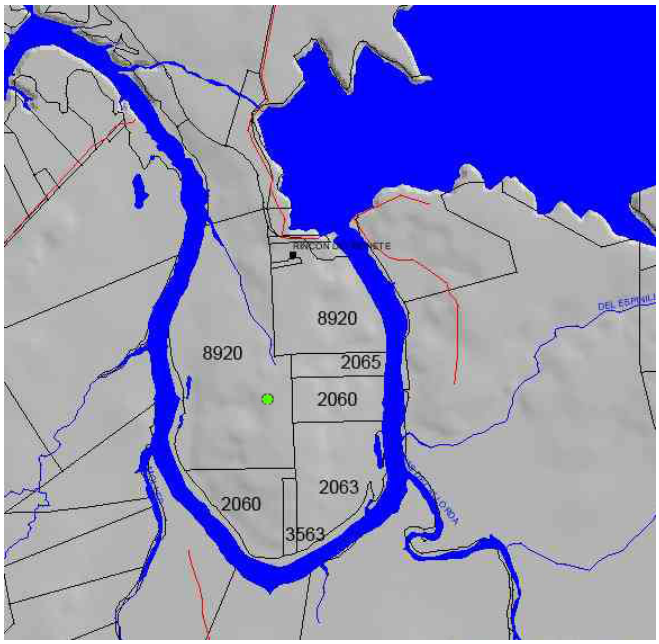


No. 15. Croquis C.O.N.E.A.T. de la Escuela de Silvicultura, Lavalleja

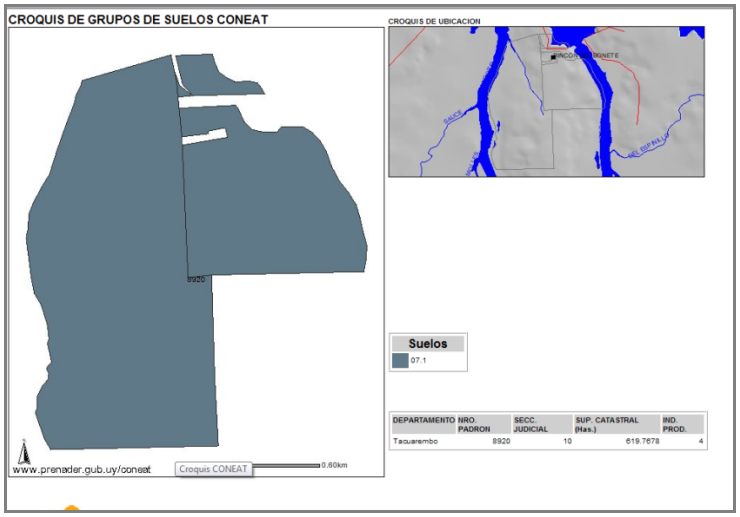


Fuente: URUGUAY.MGAP, 2004

No.16. Croquis de ubicación de Rincón del Bonete (U.T.E) departamento de Tacuarembó



No. 17. Croquis CONEAT de Rincón del Bonete (U.T.E.), Tacuarembó



Fuente: URUGUAY.MGAP, 2004

No.18. Cuadro de peso húmedo y seco en gramos de las muestras y densidad (g/cm^3)

Nº de muestra	Especie	Procedencia	Peso húmedo	Peso Seco	Densidad
1	*Liquidambar styraciflua*	F.Y.M.N.S.A	5.05	2.20	0.464
2	*Platanus occidentalis*	E.E.B.R.	4.40	1.91	0.511
3	*Platanus occidentalis*	F.Y.M.N.S.A	4.83	2.05	0.497
4	*Platanus occidentalis*	F.Y.M.N.S.A	5.48	2.41	0.518
5	*Platanus acerifolia*	Escuela de silvicultura	4.42	1.96	0.524
6	*Liquidambar styraciflua*	Escuela de silvicultura	5.26	2.45	0.555
7	*Platanus acerifolia*	Rincón del Bonete (U.T.E)	4.06	2.00	0.594
8	*Platanus acerifolia*	Rincón del Bonete (U.T.E)	3.11	1.39	0.528
9	*Platanus acerifolia*	Rincón del Bonete (U.T.E)	2.10	0.85	0.470

No. 19. Foto de muestras Nº 3, 4 2, 7, y 5 obtenidas con el calador de Pressler

No.20. Foto de muestras Nº 6, 8, 1 y 9 obtenidas con el calador de Pressler