

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE PLANTACIONES DE *Quercus robur* L. Y
Taxodium distichum (L.) Rich. EN URUGUAY

por

Mónica HEBERLING GIUDICE
Daiana MARTÍN DELGADO
Andrea REGUSCI BRUNNINGHAUSEN

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Forestal)

MONTEVIDEO
URUGUAY
1999

Tesis aprobada por:

Director:

Rafael Escudero

Nombre completo y firma

Carlos Brussa

Nombre completo y firma

José Krall

Nombre completo y firma

Fecha:

Autor:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a todas aquellas personas cuya contribución ha sido de gran valor para llevar a cabo el presente trabajo, en especial a:

- Ing. Agr. Rafael Escudero por su apoyo incondicional
- Ing. Agr. José Králl
- Ing. Agr. Carlos Brussa
- Ing. Agr. Graciela Romero
- Ing. Agr. Marta Bianchi
- Bach. Juan Cabris
- Ing. Agr. Jorge Hernández
- Sr. Ren
- Ing. Agr. Luis Sancho
- Ing. Agr. Ana Brito
- Ing. Agr. Nora Telechea
- Lic. María Emilia Repetto
- Ing. Agr. Juan C. Sganga
- Lic. Susana Gazzano
- Personal de Biblioteca de Facultad de Agronomía
- Ing. Agr. Carlos Voulminot
- Ing. Agr. Stella Bertullo
- Tec. Agrop. Sergio Paz
- Ing. Agr. Gonzalo Torres
- Sr. Perdomo
- Propietarios y personal técnico de las empresas visitadas

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
A. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE URUGUAY	3
B. GÉNERO <i>QUERCUS</i>	9
1. <u>Clasificación taxonómica</u>	9
2. <u>Descripción botánica</u>	10
a. Género <i>Quercus</i> (Tourn.) L.	10
b. <i>Quercus robur</i> L.	12
3. <u>Distribución natural del género</u>	14
4. <u>Ecología</u>	15
a. Edafología	15
b. Topografía	16
c. Clima	17
d. Especies asociadas a <i>Q. robur</i> L.	19
5. <u>Fisiología y reproducción de <i>Quercus robur</i> L.</u>	20
6. <u>Tratamientos silviculturales</u>	24
a. Métodos de repoblación natural	24
b. Métodos de repoblación artificial	25
c. Cortas intermedias	28
d. Cosecha	29
7. <u>Crecimiento</u>	29
8. <u>Utilización de <i>Q. robur</i> L. en el arbolado urbano de Montevideo</u>	31
9. <u>Plagas y enfermedades de <i>Quercus robur</i> L.</u>	32
10. <u>Propiedades de la madera</u>	35
11. <u>Usos</u>	37
12. <u>Mercados y precios</u>	38
C. GÉNERO <i>TAXODIUM</i>	41
1. <u>Clasificación taxonómica</u>	41
2. <u>Descripción botánica</u>	44
a. Género <i>Taxodium</i> Rich.	44
b. <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	44
c. Otras especies	46
3. <u>Distribución natural del género</u>	47

4. <u>Ecología</u>	50
a. Edafología	50
b. Topografía	52
c. Clima	52
d. Especies asociadas	53
5. <u>Fisiología y reproducción de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.</u>	54
6. <u>Tratamientos silviculturales</u>	57
a. Métodos de repoblación natural	57
b. Métodos de repoblación artificial	58
c. Cortas intermedias	58
d. Cosecha	59
7. <u>Crecimiento</u>	59
8. <u>Utilización del género <i>Taxodium</i> Rich. en el arbolado urbano de Montevideo</u>	61
9. <u>Plagas y enfermedades de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.</u>	62
10. <u>Propiedades de la madera</u>	63
11. <u>Usos</u>	64
12. <u>Mercados y precios</u>	65
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	66
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	69
A. <u>INTRODUCCIÓN</u>	69
B. <u>ESTUDIO DE CASOS DE <i>Quercus robur</i> L.</u>	70
1. <u>Caso n° 1</u>	70
2. <u>Caso n° 2</u>	73
3. <u>Caso n° 3</u>	76
a. Rodal 57 A	77
b. Rodal 58 A	82
c. Rodal 58 D	82
d. Rodal 63 A	84
e. Rodal 65 A	84
f. Rodal 64 A	86
C. <u>ESTUDIO DE CASOS DE <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.</u>	87
1. <u>Caso n° 1</u>	87
2. <u>Caso n° 2</u>	89
3. <u>Caso n° 3</u>	91
4. <u>Caso n° 4</u>	93
5. <u>Caso n° 5</u>	95
6. <u>Caso n° 6</u>	96
7. <u>Caso n° 7</u>	98

D. ESTUDIO DE CASOS PARTICULARES	101
V. <u>COMENTARIOS FINALES</u>	103
VI. <u>RESÚMEN</u>	107
VII. <u>SUMMARY</u>	108
VIII. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	109
IX. <u>ANEXO</u>	117

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1. Sistema radicular de roble pedunculado: número total promedio de raíces observadas a 1 m del árbol, con la intersección de un cilindro ficticio	21
2. Crecimientos de <i>Quercus robur</i> L. en Bélgica según clases de fertilidad.	30
3. Características físico – mecánicas de la madera de roble	36
4. Países importadores de <i>Quercus spp.</i>	39
5. Precio FOB (US\$ /m ³ nominales) de tablas de <i>Q. robur</i> L. (1989-1993).	40
6. Precios de la madera de <i>Quercus robur</i> L. y <i>Pinus pinaster</i> Ait. en Francia según categorías diamétricas	40
7. Distribución estacional de la precipitación durante el periodo de crecimiento en el área de distribución natural de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	53
8. Tasa de asimilación neta (NAR) y la tasa relativa de crecimiento (RGR) en plantines de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.....	57
9. Valores de incremento diamétricos de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich para un período de 10 años	60
10. DAP medio y altura total media para rodales de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich de segundo crecimiento en Maryland	60

1.	Régimen térmico del Uruguay, en grados centígrados	4
2.	Fecha media de la primer y de la última helada	5
3.	Precipitación media en el Uruguay	6
4.	Evapotranspiración potencial anual	7
5.	Evapotranspiración real anual	8
6.	Area de dispersión de <i>Quercus robur</i> L. y <i>Quercus petraea</i> Liebl.	14
7.	Organización del sistema radicular de <i>Quercus robur</i> L.	22
8.	Divisiones físicas del sudeste de Estados Unidos	48
9.	Distribución natural de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	49
10.	Distribución natural de <i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	51
11.	Aspecto general del rodal de <i>Q. robur</i> L. (I.N.C.) donde se observan individuos caídos, secos, inclinados y bifurcados	71
12.	Vista general del rodal de <i>Q. robur</i> L. (Cerro Largo), observándose fustes rectos y buen desrreme natural	73
13.	Rodal de <i>Q. robur</i> L. (B.S.E.) donde se aprecia la forma forestal de los individuos en la ladera alta.....	78
14.	Hiperplasia observada en la base del fuste.....	80
15.	Vista general de un monte de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich. (Arboretum Lussich, Maldonado), donde se observan árboles con neumatóforos y costillas.....	91
16.	Aspecto general de un monte de <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich. (Rívera) donde se observan individuos podados hasta 5 m de altura	99

I. INTRODUCCIÓN

Uruguay tradicionalmente se ha caracterizado por centrar su economía en el sector ganadero – agrícola, siendo sus principales rubros la producción bovina y ovina, el arroz, los citrus, la agricultura y la horticultura intensiva. La distribución aproximada en el uso de la tierra es de la siguiente manera: ganadería 78%, agricultura 3.7%, bosque natural 3.7% , bosque implantado 1.7% y otros 13.4%.

La forestación no se presenta en la historia del país como un rubro tradicional, limitándose antiguamente al uso de especies exóticas en montes de abrigo y sombra y cortinas, vinculados a la producción agropecuaria.

Las plantaciones forestales bajo nuestras condiciones han demostrado tener buena adaptación ecológica y crecimientos muy satisfactorios, permitiéndose el desarrollo del sector forestal sobre una base de competitividad externa.

Hoy en día, Uruguay cuenta con una importante masa boscosa, gracias a los incentivos legales que han sido aplicados al sector forestal. La actual Ley Forestal (Nº 15.939) promulgada el 28/12/1987 ha permitido estos logros, desarrollándose el cultivo masivo de algunas especies de rápido crecimiento de los géneros *Eucalyptus*, *Pinus*, *Populus* y *Salix*. La Ley prevé beneficios para otros géneros y especies, pero limitado a una superficie máxima del 10% de la superficie forestada bajo proyecto en suelos de prioridad y accesorios.

De la superficie productiva del país correspondiente a 15.588.000 ha existen 667.315 ha de bosques naturales, 221.616 ha de bosques artificiales con fines industriales y plan de manejo y 150.620 ha de bosques artificiales protectores, de servicios y otros (División Forestal, 1997).

Existe interés por parte de algunos productores en la plantación de especies exóticas consideradas mundialmente como de madera noble. Es sabido que existen rodales de las mismas en el país, pero se carece de información e investigación acerca de su comportamiento a nivel nacional.

Es por este motivo que se debe llevar a cabo un estudio científico para evaluar la adaptación y productividad de estas especies a nivel de plantación. Dicho estudio permite generar información de utilidad para técnicos y productores, al momento de tomar decisiones acerca de la viabilidad de utilizar especies que no son las tradicionalmente empleadas en las forestaciones del país. Las mismas pueden adaptarse favorablemente a ciertas situaciones productivas y/o de sitio, con un tipo de producto diferenciado que le permite acceder a un mercado alternativo.

Al momento de decidir las especies con las cuales comenzar el estudio, se seleccionaron *Taxodium distichum* (L.) Rich. y *Quercus robur* L., debido a la existencia de montes comerciales instalados en varios sitios a lo largo del país.

Se cita que el género *Taxodium* se adapta satisfactoriamente a condiciones de anegamiento presentando su madera resistencia al contacto continuo con agua (USDA, 1968). En cuanto al género *Quercus*, su madera sobresale por la calidad, que es que es conocida desde tiempos inmemoriales, por su dureza, durabilidad y resistencia (Cussac *et al.*, 1943).

Es a través del presente estudio que se pretende:

- realizar un estudio del comportamiento de plantaciones de *Taxodium distichum* (L.) Rich. y *Quercus robur* L. existentes a nivel nacional.
- describir para cada situación características del rodal como ser: fuente de semilla, manejo silvicultural aplicado, crecimiento, conformación, estado sanitario.
- describir para cada situación características del sitio como ser: geología, topografía, pendiente, rocosidad, suelos, clima, vegetación asociada, historia de chacra.
- realizar un análisis comparativo entre el comportamiento de estas especies bajo diferentes condiciones de sitio y manejo, intentando encontrar alguna correlación entre su comportamiento y situación en la que se encuentra .
- comparar los comportamientos de las plantaciones a nivel nacional con los citados en otras regiones del mundo.

Dentro de las limitantes encontradas, una de las más importantes fue la falta de registro a nivel nacional de las especies estudiadas. Esto llevó a que la identificación de los rodales a estudiar fuera a través de comunicación personal con diversos agentes e instituciones vinculados al sector. Es por este motivo, que cabe la posibilidad de que determinados montes no se hayan incluido en este estudio dado que no se conoce su existencia.

Otra limitante registrada en determinados rodales, fue la falta de información acerca de algunos de los parámetros evaluados. Un análisis más profundo del componente edáfico se podría haber llevado a cabo en caso de contar con análisis químicos de todos los suelos. El precio y número de los análisis y el no contar con recursos económicos suficientes impidieron la realización de los mismos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE URUGUAY

La República Oriental del Uruguay se encuentra en América del Sur, situada entre 30°05' y 34°58'29'' de latitud sur o sea en una zona subtropical templada típica (Di Leoni *et al.*, 1957).

Por su situación en la Zona Templada del Sur, por su pequeñez territorial, que no le permite grandes diferencias entre los distintos puntos del país, por la carencia de elevaciones pronunciadas, por sus precipitaciones, etc; Uruguay posee un clima templado con lluvias todo el año (Adapt. de Köppen, citado por Di Leoni *et al.*, 1957).

CIDE (1967) señala que el Uruguay es un país de clima mesotérmico, húmedo y subhúmedo, con invierno benigno y verano caluroso, añadiendo que existen pocas diferencias en el monto estacional de las precipitaciones (Durán, 1991).

En la ubicación geográfica del Uruguay es un aspecto importante su proximidad al mar. Este factor climático actúa principalmente atenuando los cambios térmicos y aportando humedad atmosférica. Aunque la influencia oceánica se hace sentir en todo el territorio, su efecto es más intenso en el litoral del Río de la Plata y Océano Atlántico, debido a la vecindad inmediata de extensas masas de agua. Asimismo debe destacarse la influencia de la corriente de Brasil que aporta aguas oceánicas relativamente cálidas ya que proviene de la zona ecuatorial (Durán, 1991).

Tradicionalmente, los parámetros principales utilizados para definir un clima son la temperatura y la precipitación, aunque otros, como la radiación solar, los vientos, la presión o la humedad atmosférica son asimismo citados (Durán, 1991).

Asimismo y desde un punto de vista agronómico, la frecuencia de heladas y el período en que ellas se producen son críticos para las plantas ya que por debajo de 0°C se produce la muerte de los tejidos vegetales. Desde el punto de vista agroclimatológico el régimen hídrico de un territorio no puede caracterizarse solamente en base a la precipitación, ya que depende también de la evapotranspiración, la infiltración, el escurrimiento y la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos (Durán, 1991).

El régimen térmico del territorio puede caracterizarse adecuadamente por la distribución geográfica de las temperaturas medias del año, del mes más cálido (enero) y del mes más frío (julio) y de la amplitud de la variación anual de la temperatura (Durán, 1991).

En todos los casos las temperaturas más bajas se encuentran en el sur sobre las costas del Océano Atlántico y Río de la Plata y las más elevadas en el norte en el departamento de Artigas (Durán, 1991) (Figura N° 1).

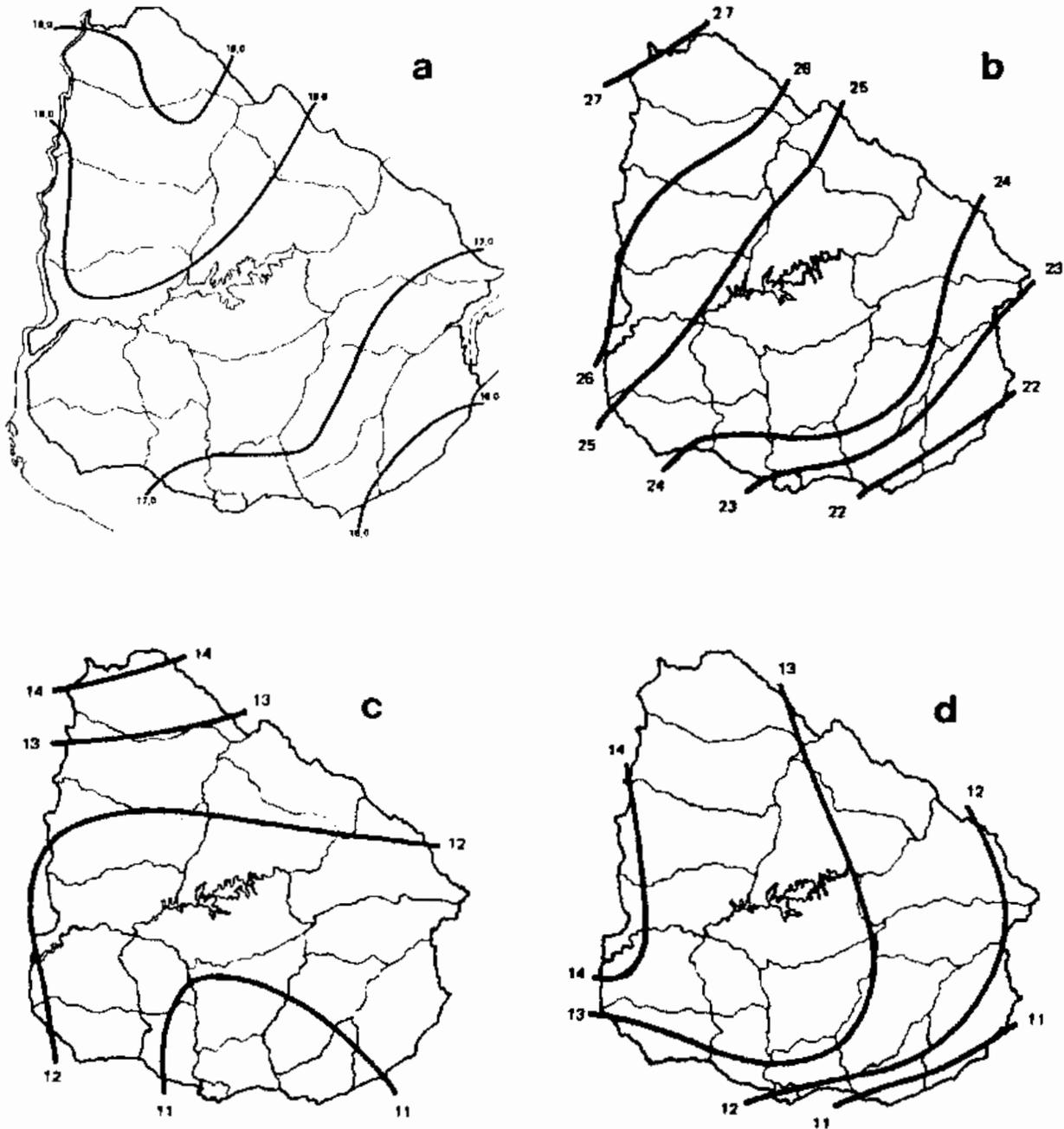


Figura N° 1 – Régimen térmico del Uruguay, en grados centígrados: a) temperatura media anual, b) temperatura media del mes más cálido (enero), c) temperatura media del mes más frío (julio), d) amplitud de la variación anual de la temperatura (Durán, 1991).

La Figura N° 2 muestra la fecha media de la primera y la última helada y el total medio anual de heladas. Se observa que la zona central del país es la más afectada, ya que en ella se adelanta la fecha media del comienzo del período de heladas y se atrasa la de su finalización, con lo que se acorta el período libre de heladas que resulta de 210 días frente a 325 sobre la costa sur y sureste. Más aún, el número medio de heladas es de 30 en la zona central pero solamente alcanza a 5 en la región costera. En esta, tal como lo señala Corsi (1975, citado por Durán, 1991), sólo se producen heladas en el 75% de los años a causa de la influencia marina (Durán, 1991).

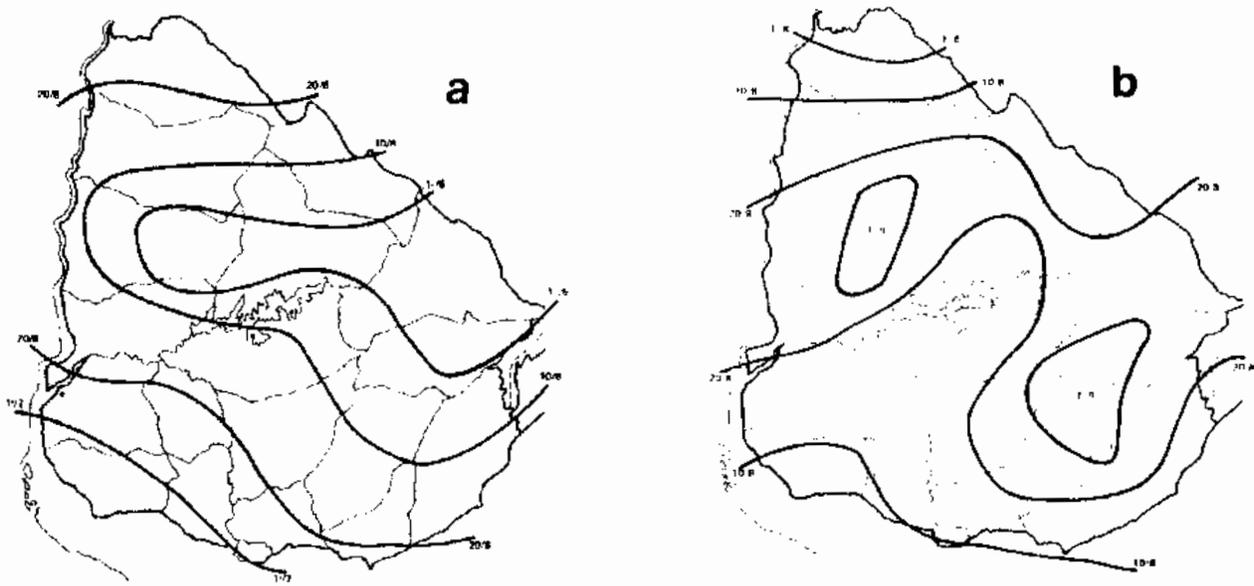


Figura N° 2 – Fecha media de la primer helada (a) y de la última helada (b)
(Durán, 1991)

La precipitación media anual varía entre 1.000 mm en el sur y 1.300 mm en el norte (Figura N° 3), lo que implica, de acuerdo a los conceptos climáticos dominantes y para la latitud subtropical del territorio, un clima húmedo (Durán, 1991).

La confiabilidad de las lluvias, sin embargo, es bastante reducida debido a su gran irregularidad, habiéndose registrado promedios anuales para todo el país desde 607 mm en 1916, hasta 1785 mm en 1914. Así, según datos de Brel, Von Roger y otros (Trewartha, 1968, citado por Durán, 1991) la variabilidad de la precipitación en el Uruguay y áreas adyacentes oscila entre 20 y 30% de apartamiento de los promedios normales.

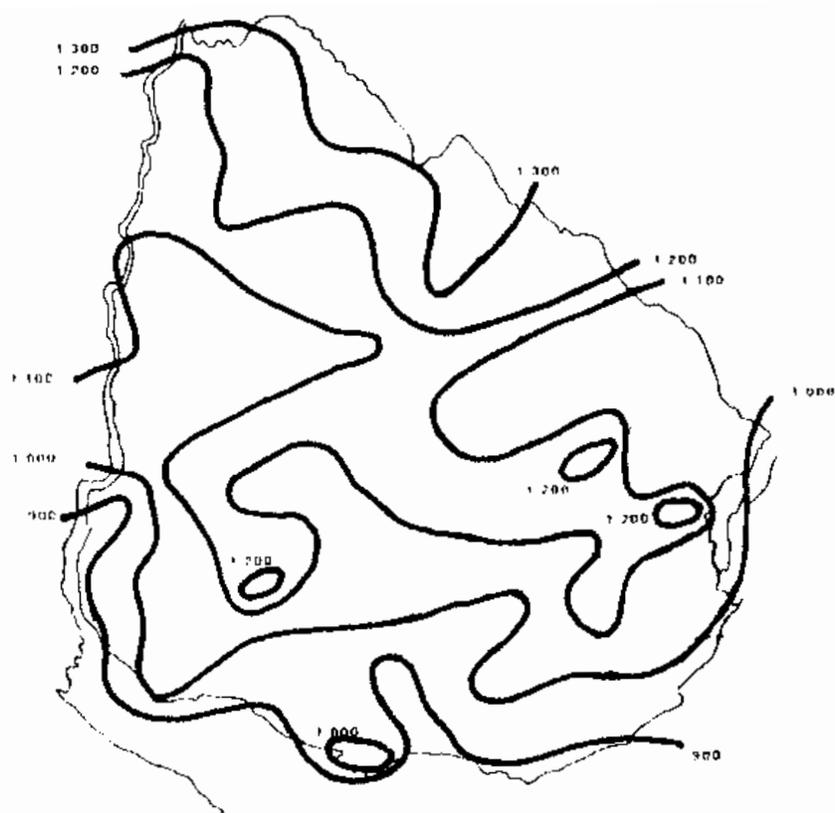


Figura N° 3 – Precipitación media en el Uruguay (Durán, 1991)

Los registros de precipitación indican que no hay una estación lluviosa típica aunque, según Corsi (1975, citado por Durán, 1991) otoño y comienzos de primavera tienen registros algo mayores al resto del año (Durán, 1991).

Un último carácter a destacar en las precipitaciones es que su efectividad disminuye desde fines de primavera hasta la finalización del verano no solamente por la alta evaporación, sino porque también es mayor la intensidad de las lluvias, lo que aumenta el escurrimiento superficial y disminuye la infiltración (Corsi, 1975, citado por Durán, 1991).

La evapotranspiración es uno de los elementos fundamentales para la determinación del balance de agua del suelo, distinguiéndose evapotranspiración potencial y evapotranspiración real. La evapotranspiración potencial es una medida de la demanda atmosférica de agua y es función de la temperatura. Por ello las isolíneas de evapotranspiración potencial anual (Figura N° 4) muestran una distribución geográfica

similar a la de las isotermas anuales. En la figura citada se observa que hay una diferencia de más de 200 mm en la demanda atmosférica entre el norte y el sur, con los valores mínimos en el sur y este del país (Durán, 1991).

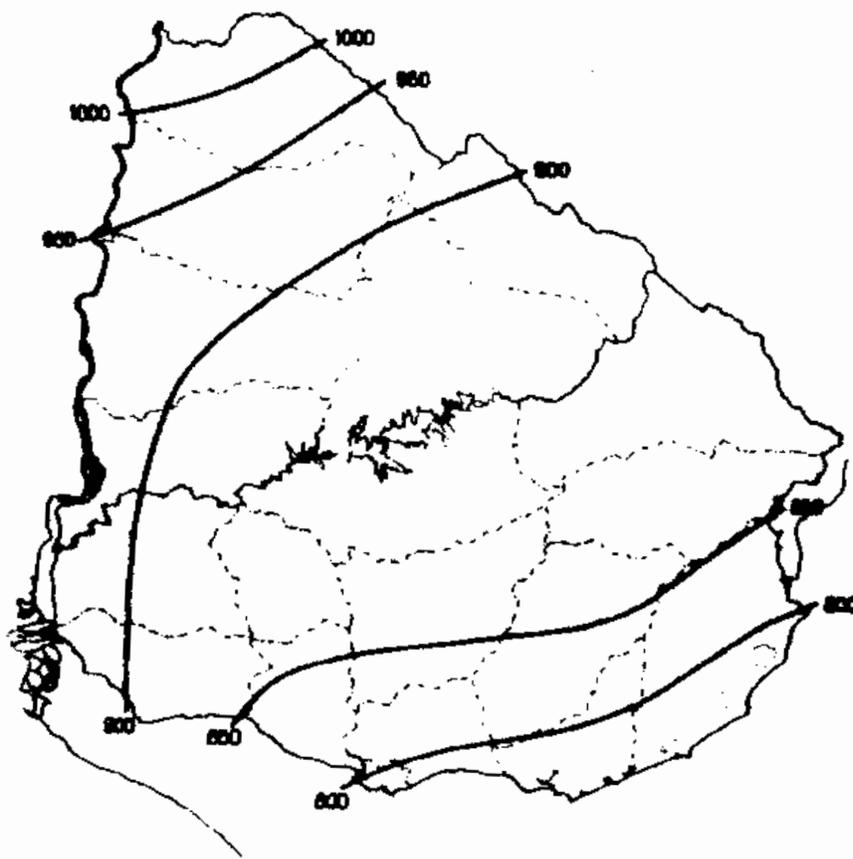


Figura N° 4 – Evapotranspiración potencial anual (Durán, 1991)

La evapotranspiración real indica la cantidad de agua efectivamente transferida desde el suelo a la atmósfera. Al igual que la evapotranspiración potencial, depende de la demanda atmosférica, pero además es función del contenido de agua en el suelo. La Figura N° 5 muestra que la distribución territorial de la evapotranspiración real anual presenta las mismas tendencias que la de la evapotranspiración potencial. Las mayores irregularidades de las isohietas se deben al control ejercido por la variabilidad en la capacidad de almacenaje de agua de los suelos (Durán, 1991).

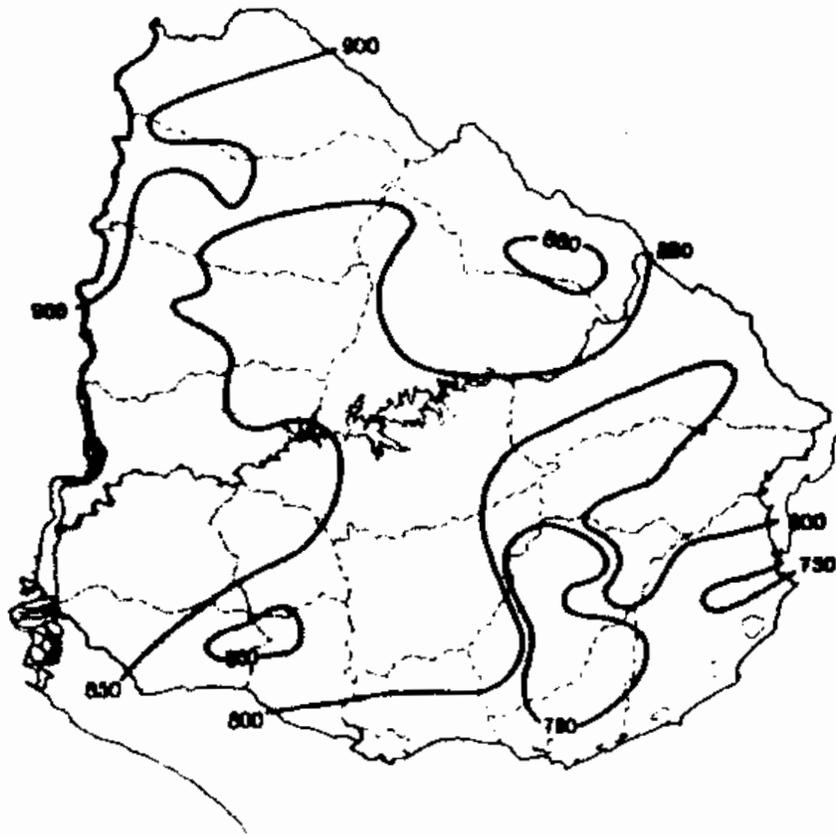


Figura N° 5 -- Evapotranspiración real anual (Durán, 1991)

B. GÉNERO *QUERCUS*

1. Clasificación taxonómica

El género *Quercus* (Tourn.) L. corresponde al Grupo Angiospermas, siendo plantas que presentan flores verdaderas, con óvulos encerrados en un ovario y la presencia de estilo y estigma. Las anteras generalmente tienen dos tecas y comúnmente están sostenidas por un filamento (Lombardo, 1979).

Dentro de este grupo los robles pertenecen a la familia de las *Fagaceae*, la cual se caracteriza por agrupar plantas monoicas, de hojas simples y flores unisexuadas. Las flores masculinas presentan forma de cabezuela y están dispuestas en amentos, mientras que las femeninas son solitarias, en número de 2 a 3 y con involucre cupuliforme. Los frutos son secos, clasificándose en bellota, aquenio y triaquenio (Brussa, com. pers., 1996).

La familia *Fagaceae* está integrada por árboles, raramente arbustos, de hojas persistentes o caedizas, simples, alternas, enteras, dentadas o lobuladas, penninervadas, pecioladas, con las estipulas persistentes o caedizas. Las flores son diclino-monoicas; las masculinas solitarias o reunidas en glomérulos o amentos, protegidas por un perianto simple, con los lóbulos frecuentemente desiguales; estambres en número de 5-40, filamentos filiformes, anteras bitecas, de dehiscencia longitudinal. Las flores femeninas están solitarias o en número de 3-5, sésiles, envueltas por un involucre cupuliforme; el perianto es 3-6 lobulado; ovario ínfero, 2-3-6 locular, con óvulos geminados en cada lóculo; estilos en número igual al de lóculos. El fruto está compuesto por núculas total o parcialmente envueltas por un involucre o cúpula, provisto generalmente de escamas o apéndices. La semilla es exalbuminada (Parodi, 1959).

Esta familia se encuentra integrada por cuatro géneros: *Fagus*, *Quercus*, *Nothofagus* y *Castanea* (Brussa, com. pers., 1996; Parodi, 1959). A continuación se presenta la clave de identificación por géneros realizada por Parodi (1959):

- a. Flores masculinas solitarias, de a 3 o dispuestas en glomérulos capituliformes. Frutos angulosos.
 - b. Flores masculinas solitarias o en dicasio trifloros.
Involucro de hasta 1 cm de largo *Nothofagus*
 - bb. Flores masculinas en glomérulos capituliformes plurifloros.
Involucro de 2-3 cm de largo *Fagus*
- aa. Flores masculinas en amentos péndulos o erguidos. Frutos redondeados.
 - b. Flores masculinas en amentos péndulos. Las femeninas con involucre cupuliforme, rodeando parcialmente cada fruto *Quercus*
 - bb. Flores masculinas en amentos erectos. Las femeninas con involucre erizado, rodeando totalmente los frutos, que se hallan en número de 3 *Castanea*

Según Parodi (1959) la familia agrupa 400 especies originarias de las regiones frías, templadas y tropicales de ambos hemisferios.

Brussa (com. pers., 1996) cita que los géneros de la familia cultivados en Uruguay son *Fagus*, *Quercus* y *Castanea*.

Dentro de las latifoliadas, el género *Quercus* es el más importante y difundido en el mundo, distribuyéndose a lo largo de la zona templada del hemisferio norte (USDA, 1965). Según Cussac *et al.* (1943) el género *Quercus* es uno de los de mayor importancia forestal e industrial.

El género *Quercus* agrupa unas 300 especies incluyendo árboles y arbustos. Más de 500 especies han sido citadas, pero probablemente varias sean variedades o híbridos (USDA, 1965).

Parodi (1959) y Lombardo (1979) mencionan que son 200 las especies dentro del género, todas originarias del hemisferio norte.

Mitchell (1985) cita al menos 500 especies a lo largo del hemisferio norte, 125 en Méjico y 85 híbridos naturales reconocidos en Estados Unidos. Alrededor de la mitad de las especies son de follaje persistente.

El número de especies nativas en el hemisferio norte decrece de sur a norte, coincidiendo con el origen tropical de las especies (Nixon, 1993, citado por Dickson *et al.*, 1996).

2. Descripción botánica

a. Género *Quercus* (Tourn.) L.

Según Parodi (1959) el género agrupa árboles o arbustos de hojas caedizas o persistentes, simples, pecioladas, enteras, dentadas, lobuladas o pinnatífidas.

Los árboles de este género son monoicos, de follaje caduco o persistente, raramente arbustos (Lombardo, 1979; USDA, 1965).

Las hojas son alternas, simples, cortamente pecioladas y de forma variada (USDA, 1965; Lombardo, 1979). Según la especie éstas son dentadas, dentado-espínuladas, pinnatilobadas, pinnatífidas o raramente enteras (Lombardo, 1979). Las

hojas pueden ser finas a coriáceas y la mayoría tienen nervaduras prominentes (USDA, 1965).

La floración y la foliación ocurren simultáneamente en la primavera temprana (USDA, 1965; Cussac *et al.*, 1943).

Parodi (1959) menciona que las flores son diclino-monoicas; las masculinas reunidas en amentos péndulos, con el perianto soldado a la base; estambres en número de 3-12, filamentos filiformes, libres, anteras bitecas, de dehiscencia longitudinal, insertas o exsertas. Las flores femeninas son solitarias, geminadas o en espigas plurifloras, rodeadas por un involucre multibracteal; el perianto es 6 lobulado o rudimentario. El ovario es generalmente trilocular, con dos óvulos por lóculo; estilos en número de 3 a 6, erguidos o curvos.

Las flores femeninas varían de una a varias y están reunidas en grupos espiciformes en las axilas de las ramas nuevas (Lombardo, 1979) y sostenidas por un pedúnculo (Cussac *et al.*, 1943). El ovario es trilocular, raramente con 4-5 lóculos y está rodeado por brácteas imbricadas. El estilo es corto o alargado (Lombardo, 1979).

Las flores masculinas están dispuestas en amentos colgantes, con el perianto dividido en 4-7 partes. Los estambres están en número de 4-12 (generalmente 6), con filamentos filiformes. En algunos casos presentan pistilodio cubierto por pelos (Lombardo, 1979).

El fruto, conocido comúnmente por el nombre de bellota, es subgloboso, ovoide u oblongo, con una sola semilla generalmente incluida en la cúpula (Lombardo, 1979). La bellota es ovoide, oblonga o suboblonga, rodeada en la base por una cúpula leñosa formada por numerosas escamas imbricadas, libres o soldadas en el ápice, a menudo largas y filiformes (Parodi, 1959).

Las bellotas, se encuentran sostenidas por un pedúnculo mas o menos largo según la especie (Cussac *et al.*, 1943).

De acuerdo a sus características morfológicas y anatómicas los árboles de este género se dividen en cinco subgéneros (Trelease, 1924, citado por Pérez *et al.*, 1978).

Según USDA (1965;1973) los robles nativos de Estados Unidos pertenecen a dos subgéneros, los cuales presentan las siguientes características:

- subgénero *Erythrobalanus* (robles rojos): hojas con ápices y lobos puntiagudos que pueden presentar cerdas o espinas, bellotas amargas que maduran al segundo año, cúpula cubierta por pelos densos, corteza generalmente negra y asurcada, duramen poroso con vasos abiertos.

- subgénero *Leucobalanus* (USDA,1973) o *Lepidobalanus* (USDA,1965) (robles blancos): hojas con ápices y lobos redondeados sin cerdas o espinas, bellotas dulces que maduran al año, corteza usualmente gris clara y escamosa, duramen menos poroso con vasos obstruidos (tilosis).

En Méjico existen representantes de los siguientes subgéneros: *Leucobalanus* (robles blancos), *Erythrobalanus* (robles rojos) y *Protobalanus* (forma intermedia de las dos anteriores) (Pérez *et al.*, 1978).

b. *Quercus robur* L.

Nombre Común: roble común, roble europeo, roble de Eslavonia, carballo, carvallo, pedunculate oak, common oak, chêne pédunculé .

El nombre específico es el término latino utilizado para designar todo tipo de madera dura, en particular la del roble (Lanzara *et al.*, 1979).

Pertenece al subgénero *Lepidobalanus* (Endl.) Örsted.(Tutin *et al.*, 1964).

Se lo cita como un árbol de buen desarrollo en nuestro medio, de follaje glabro y caduco (Lombardo, 1979).

El tronco generalmente se encuentra ramificado a muy escasa altura en numerosas ramas, por lo que se pierde antes de la mitad de la copa. A menudo el tronco es bastante nudoso e irregular. Las ramas son muy retorcidas y macizas (Kremer, 1990).

La corteza es lisa, verdosa o pardo rojiza en ramas tiernas, la que se torna agrisada en el tronco de árboles jóvenes, resquebrajándose en árboles de 15 a 30 años, lo que se acentúa con la edad al igual que la coloración (López *et al.*, 1969).

Las hojas son alternas, simples y de consistencia herbácea a algo coriácea. En estado adulto son ovado-oblongas, estrechas en la base y ensanchadas en la parte superior, con 5-7 pares de lobos amplios, separados por senos redondeados. El color de las hojas es verde oscuro y brillante en el haz y más claro en el envés (Lanzara *et al.*, 1979). Las hojas alcanzan de 10 a 12 cm de longitud y 8 cm de ancho, presentando a menudo el margen algo incurvado. Los lóbulos llegan hasta casi la mitad de la hoja y no son exactamente opuestos (Kremer, 1990).

Es característico de esta especie el presentar hojas de peciolo corto (5 a 7 mm) y base auriculada (Lombardo, 1979; Ross, 1964).

Las flores masculinas se agrupan en amentos débiles, de 4 a 6 cm de largo. Las flores femeninas son sésiles en número de una o varias sobre un eje de 1 a 2 cm que se alarga al fructificar (Lombardo, 1979).

En nuestro país la floración ocurre en setiembre (Lombardo, 1979).

El fruto, bellota, es ovado-oblongo, acuminado y protegido en su cuarto inferior, o incluso hasta la mitad, por una cúpula de escamas próximas, imbricadas y ligeramente tomentosas (Lanzara *et al.*, 1979). Su tamaño oscila entre 2 y 4 cm (Lombardo, 1979). Las bellotas pueden presentarse aisladas o en grupos de 2 o 3, en un eje de hasta 6 cm de largo, incluidas de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ en una cúpula hemisférica con escamas cortas y comprimidas (Ross, 1964).

Las características morfológicas de *Q. robur* L. son muy similares a *Q. petraea* Liebl., diferenciándose el primero por poseer flores femeninas y bellotas pedunculadas y hojas cortamente pecioladas (Herbert *et al.*, 1968). Estos dos robles tienden a hibridarse y formar formas intermedias (Boudru, 1986). Existe un híbrido natural intermedio conocido como *Quercus x rosacea* Bechst. (*Q. petraea* Liebl. x *Q. robur* L.) = *Q. hybrida* Bechst. La base del limbo es más fina que la de *Q. petraea* Liebl., ocasionalmente algo auriculada a cordada y con pecíolo de largo intermedio (Krüssmann, 1986).

Según López *et al.* (1969) *Quercus robur* L. presenta como sinónimos:

- | | |
|--|--|
| - <i>Q. pedunculata</i> Ehrh. | - <i>Q. femina</i> Mill. |
| - <i>Q. fructipendula</i> Schrk. | - <i>Q. robur</i> L. ssp. <i>pedunculata</i> DC. |
| - <i>Q. pedunculata</i> var. <i>apennina</i> DC. | - <i>Q. vulgaris</i> Hill. |
| - <i>Q. cupulatus</i> Gilib. | - <i>Q. racemosa</i> Lamk. |

Según Tutin *et al.* (1964) y Krüssmann (1986) *Quercus robur* L. presenta dos sub especies denominadas *Q. robur* L. ssp. *robur* y *Q. robur* L. ssp. *brutia* (Ten.) O. Schwarz. La primera presenta hojas finas, usualmente glabras pero ocasionalmente puberulentas cuando jóvenes. Los lobos son usualmente anchos y profundos. El involucreo es variable en tamaño, usualmente de 12 mm de ancho y las escamas son de color gris verdusco, concrecentes excepto por un pequeño ápice. En el segundo caso las ramillas y envés de las hojas jóvenes son pubescentes. Las hojas son algo coriáceas, con largos y profundos lobos. El involucreo alcanza hasta 23 mm de ancho y es leñoso. Las escamas son largamente concrecentes con potentes ápices acuminados.

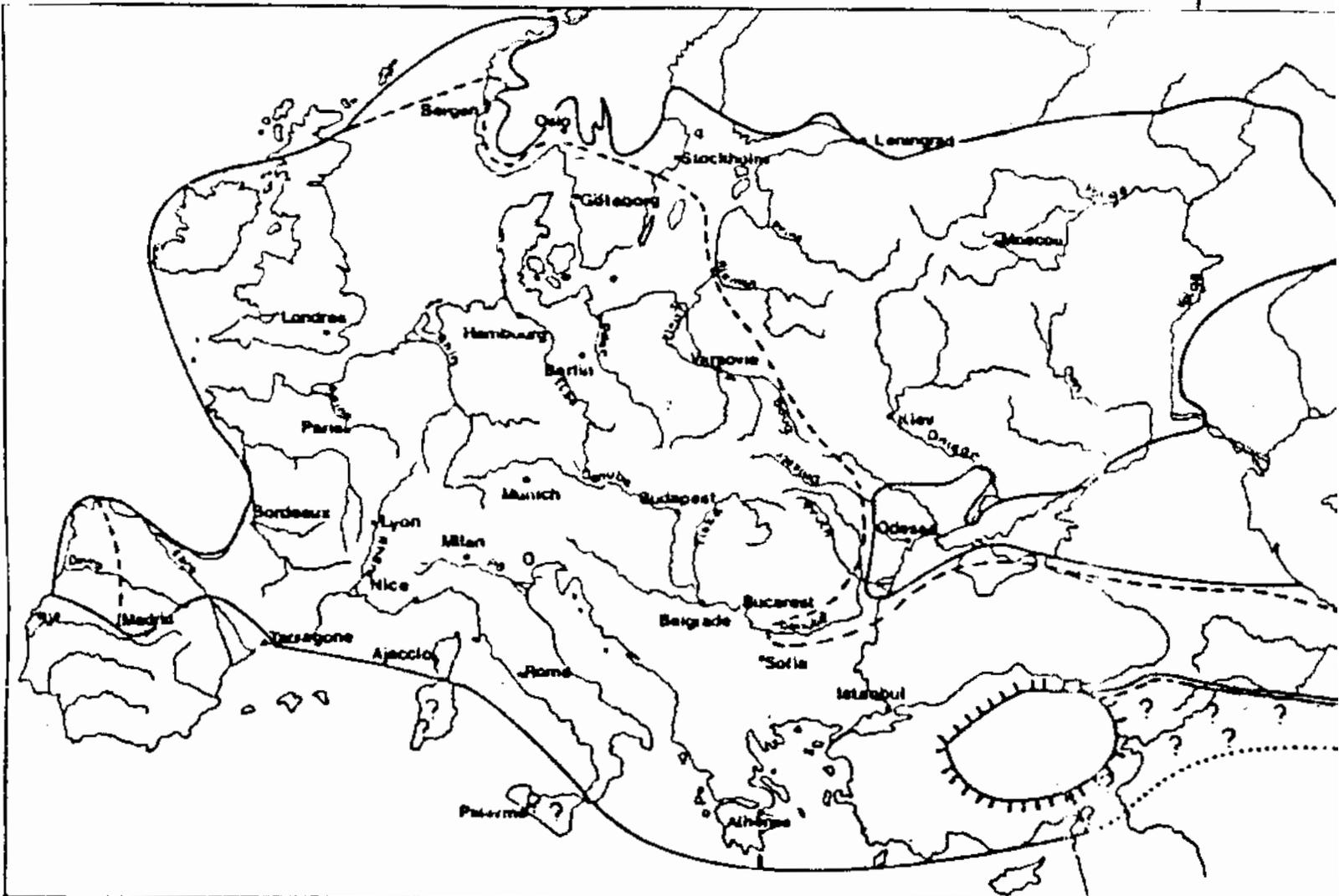
Existe una variedad de hábito fastigiado que habita naturalmente en el sur de Alemania, *Q. robur* var. *fastigiata* (Lam.) DC. (= *Q. fastigiata* Lam.) conocido con el nombre vulgar de "cypress oak" (Mitchell, 1985; Parodi, 1959). Asimismo existen otras variedades como *Q. robur* var. *variegata* West con follaje disciplinado de color amarillo

(Parodi, 1959), *Q. robur* cv. "Filicifolia" conocido como roble de hojas de helecho y *Q. robur* forma *purpurascens* (DC.) K. Koch conocido como roble inglés de hojas púrpúreas (Phillips, 1985). En el Anexo 1 se presenta un listado de variedades y cultivares de *Quercus robur* L.

3. Distribución natural del género

El género *Quercus* se encuentra ampliamente distribuido a lo largo de América del Norte y Eurasia, extendiéndose hacia el sur hasta las montañas tropicales de Cuba, Colombia, Norte de África e Indonesia (USDA, 1965; Phillips, 1985).

Quercus robur L. se extiende en Europa de sur a norte, desde Sicilia y Grecia a Noruega y Suecia, y de oeste a este desde el norte de Portugal y Escocia hasta el Ural. (Figura N° 6). Se extiende también por parte de Asia menor y del Cáucaso (González, 1947). El límite septentrional se encuentra en Noruega a los 63° de latitud norte (López *et al.*, 1969). También está presente en Gran Bretaña, sur de Escandinavia, los Balcanes, Asia menor (salvo en el Anatolia central) y parte de Rusia (Boudru, 1986).



Es posible encontrar grandes robledales de esta especie a lo largo del valle del Río Danubio en Hungría, Transilvania y Alemania (Silesia, Babiera, etc.) y en Francia (Normandía y Bretaña). En España abunda en Galicia y aumenta de este a oeste en la región septentrional, no existiendo en Cataluña pero sí en los Pirineos aragoneses y navarros, teniendo su límite meridional en la cordillera Carpetana (Sierra de Guadarrama) (González, 1947).

En Francia, *Q. robur* L. es la especie indígena de mayor distribución, abarcando 2.386.500 ha. Se desarrolla sobre una amplia variedad de condiciones ecológicas, excepto en regiones montañosas y en Córcega (Timbal *et al.*, 1996).

Desde tiempos muy remotos ha sido llevado y cultivado en la mayor parte del mundo (Cussac *et al.*, 1943).

4. Ecología.

Quercus robur L. es una especie ecológicamente muy flexible. Esto se explica por la variabilidad genética, ya que existe gran variedad de ecotipos generados por diferencias ecológicas o climáticas (Bottacci *et al.*, 1994).

a. Edafología

Quercus robur L. es indiferente a la naturaleza mineralógica del terreno, pero sí es sensible a las características físicas del suelo (Boudru, 1986).

Burckhardt (1947) considera a los robles como especies muy plásticas pero que demuestran mejores resultados en suelos profundos. En su zona de origen *Quercus robur* L. generalmente se encuentra en los mejores suelos, ricos y frescos con arcilla roja dulce (fácil de romper) y raramente en los suelos calcáreos (Claude *et al.*, 1969).

Rol (1962) cita a *Quercus robur* L. como una especie tolerante a los suelos calcáreos, pero rehuye a los suelos ácidos.

Según Timbal *et al.* (1996) en Francia se desarrolla en suelos medianamente ácidos a neutros y frescos a medianamente húmedos.

Becker *et al.* (1982,1983,1986, citado por Bottacci, 1994) han demostrado que *Q. robur* L. crece bien en suelos ácidos hidromórficos donde son prácticamente los únicos dominantes.

Quercus robur L. prefiere suelos frescos, profundos y arcillo-humosos (Cussac *et al.*, 1943; Helguera *et al.*, 1945).

Según López *et al.* (1969) no parece tener una preferencia marcada por determinados terrenos, pero es en los suelos silíceos, arcillosos-silíceos, arcillosos-arenosos o arcillosos medianamente compactos donde mejor se da. Prefiere suelos profundos, sueltos y frescos, desarrollándose muy bien en los arcillosos y arena arcillosos que sean medianamente compactos (González, 1947).

En España se lo puede encontrar en suelos procedentes de la descomposición de rocas graníticas, areniscas pórfidas y pizarras, soportando mal los suelos calizos. Prefiere los valles anchos y frescos de las cuencas de los grandes ríos y las colinas (González, 1947). Según Rol (1962) en Francia es considerado el árbol de las grandes planicies y valles aluviales.

Según Bourdru (1986) *Quercus robur* L. necesita un buen aprovisionamiento de agua, por lo que la profundidad del suelo debe ser satisfactoria para permitir un buen desarrollo y una longevidad normal para adquirir buenas dimensiones. Esta especie busca terrenos profundos y húmedos con un horizonte gley profundo. Se la ubica también en los suelos aluviales, en suelos "margos", en suelos arena - limosos y arenosos, o en zonas donde el gley le da la humedad necesaria. Pedológicamente son los suelos pardos oscuros a gley profundos los más favorables.

Si el aire es húmedo y las precipitaciones suficientes puede desarrollarse en rocas permeables fisuradas naturalmente. Soporta los suelos compactos, una prolongada inmersión invernal, así como inmersiones temporarias durante el período vegetativo. Desde el punto de vista químico, presenta una exigencia un poco superior a la media, siendo algo tolerante en cuanto a la riqueza y aridez del medio (Bourdru, 1986).

Requiere suelos húmedos, pero no vive en los encharcados o pantanosos y rehuye a los suelos secos y de poca profundidad (González, 1947; López *et al.*, 1969).

b. Topografía

Quercus robur L. vive naturalmente desde el nivel del mar hasta los 1000 m de altitud (González, 1947; Rol, 1962).

En Francia es uno de los pocos robles indígenas que habita hasta altitudes de 1300 m en los Alpes y Pirineos (Timbal *et al.*, 1996).

c. Clima

El clima muy rara vez es el único factor determinante del crecimiento, siendo la combinación de las características ecológicas (incluyendo microclima) las determinantes de las mayores o menores tasas de crecimiento (Nola, 1991, citado por Bottacci *et al.*, 1994).

La distribución de una especie a gran escala puede ser interpretada mediante dos parámetros climáticos, temperatura media anual y precipitación media anual. A escala regional y local son las características del sitio (profundidad, propiedades físico - químicas del suelo, orientación y altitud) las preponderantes en explicar la presencia de la especie (Timbal *et al.*, 1996).

Q. robur L. se desarrolla en climas templados - cálidos a templados - fríos, semisecos a muy húmedos (López *et al.*, 1969).

La distribución de las especies del género *Quercus* L. depende parcialmente de la disponibilidad de agua, existiendo grandes diferencias entre las especies en cuanto a la resistencia a la sequía (Becker *et al.*, 1982, citado por Bréda *et al.*, 1993). Si se desarrolla en climas con lluvias poco abundantes prefiere para un crecimiento relativamente bueno una atmósfera medianamente húmeda (Boudru, 1986).

Un suministro continuo de agua durante todo el período de crecimiento es fundamental para posibilitar el crecimiento continuo de la especie (Bottacci *et al.*, 1994).

En el Mediterráneo el suministro de agua es el factor más limitante para *Quercus robur* L., lo cual explica por que este solo crece en sitios donde el agua del suelo puede compensar los déficits de precipitación (Berenetti, 1991, citado por Bottacci *et al.*, 1994).

En Francia *Quercus robur* L. se ubica en zonas de régimen pluviométrico oceánico con una precipitación media anual de 700 -1000 mm (Timbal *et al.*, 1996).

Las precipitaciones siempre presentan una correlación directa con el crecimiento debido a la marcada hidrofília del *Q. robur* L. (Bottacci *et al.*, 1994).

Existe una correlación directa entre las precipitaciones otoñales y los crecimientos de *Q. robur* L. en la próxima estación de crecimiento (Bottacci *et al.*, 1994).

Becker *et al.* (1982,1983,1986, citado por Bottacci *et al.*, 1994) han estudiado la marcada hidrofília de esta especie. Demostraron que crece bien en los suelos ácidos

hidromórficos pero que después de un año de sequía sufre un gran decaimiento pudiéndose afectar su sobrevivencia en ciertos sitios. La intensidad del daño por sequía está directamente correlacionada con los requerimientos de las especies y la edad del árbol, especialmente cuando los árboles se han desarrollado en ambientes con abundante agua.

Botacci *et al.* (1994) estudiaron un rodal de *Q. robur* L. en las nacientes del Río Arno (Italia) sobre suelos profundos, de textura arenosa, desarrollados sobre sedimentos fluviales recientes que permanecen gran parte del año bajo agua. La precipitación promedio es 939 mm y la temperatura promedio 14.9 °C. En dicho sitio, se observó que los crecimientos radiales prácticamente no dependían de las condiciones climáticas, siendo el suministro hídrico suficientemente bueno como para compensar los efectos negativos de las altas temperaturas.

Resiste temperaturas de -37 °C y hasta más intensas (López *et al.*, 1969). En Francia *Q. robur* L. presenta los primeros síntomas de congelamiento en los órganos más sensibles a -30 °C. En primavera, las heladas tardías provocan daños a las primeras yemas. Como resultado dichas heladas condicionan la frecuencia de la producción de bellotas y por ende la regeneración natural (Timbal *et al.*, 1996).

Según Cussac *et al.* (1943) la especie vive bien en climas de bajas temperaturas.

Bottacci *et al.* (1994) afirman que las temperaturas mínimas tienen una fuerte influencia sobre el crecimiento.

Aunque vegeta en todas las condiciones prefiere las más templadas y no las extremadamente calientes o frías (González, 1947). Según Timbal *et al.* (1996) la temperatura media anual óptima para su desarrollo en Francia es 13 °C.

Diferencias en la profundidad de exploración radicular, morfología foliar, potencial hídrico foliar, potencial osmótico, fotosíntesis y conductancia estomática se encuentran, en grados variables, involucradas en la respuesta a la sequía. Tanto el escape (profundidad de exploración radicular, enrulamiento foliar, defoliación, etc.) como la tolerancia a la sequía (ajuste osmótico, control estomático para mantener tasas de fotosíntesis moderadas, etc.) son estrategias utilizadas en grado variable por las diferentes especies de roble (Pallardy *et al.*, 1993, citado por Dickson *et al.*, 1996).

Q. robur L. no tiene adaptaciones morfológicas para recuperarse después de una sequía (Bottacci *et al.*, 1994).

En la mitad norte de Francia, en suelos profundos con alta fertilidad y períodos de saturación en agua, debido a la presencia de una napa arcillosa, puede crecer *Q. robur* L. junto con *Q. petraea* Liebl. Forman rodales mixtos en pequeños grupos de la misma

especie más que entremezclados. Entre las especies de robles del oeste europeo *Q. petraea* Liebl. (roble sésil, chêne rouvre, sessile oak) es conocido como más tolerante a la falta de agua, requiriendo suelos menos fértiles que *Q. robur* L. (Becker *et al.*, 1982, citado por Bréda *et al.*, 1993). Se encontró diferencias en vigor y rangos de crecimiento entre ambas especies, donde el roble sésil mostraba claras ventajas sobre el pedunculado. Cuando ambos crecen juntos en el mismo sitio el roble sésil es siempre mayor en altura, diámetro y de mejor estado sanitario que el pedunculado (Becker, 1986, citado por Bréda *et al.*, 1993).

La sequía ocurrida en Francia en 1976, llevó a la depresión y muerte de los robles mayormente de *Q. robur* L. (Becker *et al.*, 1982, citado por Bréda *et al.*, 1993). Se concluye que *Q. petraea* Liebl. es más tolerante a la sequía (Bréda *et al.*, 1993; Thomas, 1996) como lo son la mayoría de los robles norteamericanos (Abrams, 1990, citado por Bréda *et al.*, 1993). La menor tolerancia de *Q. robur* L. a la sequía puede ser explicada por embolismo causado por estrés hídrico (Cochard *et al.*, 1992, citado por Bréda *et al.*, 1993).

Bréda *et al.* (1993) concluyen luego de estudiar la conducción estomática y transpiración total, que ambos robles (sésil y pedunculado) son tolerantes al estrés hídrico y que no hay mayores diferencias entre ellos bajo condiciones naturales. Sin embargo, en laboratorio se vio una diferencia de vulnerabilidad a la cavitación, siendo el roble pedunculado más sensible que el roble sésil (Cochard *et al.*, 1992, citado por Bréda *et al.*, 1993).

Además de las grandes diferencias en la tolerancia a la sequía existentes entre especies, existen marcadas diferencias dentro de una misma especie (Kriebel *et al.*, 1976; Kuhns *et al.*, 1993 citados por Dickson *et al.*, 1996).

d. Especies asociadas a *Q. robur* L.

En su área de dispersión natural es posible encontrarlo formando rodales mixtos con las siguientes latifoliadas: *Fraxinus angustifolia* Vahl., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus ornus* L., *Ulmus minor* Mill., *Populus alba* L., *Quercus pubescens* Willd. y *Ostrya carpinifolia* Scop. Puede encontrárselo esporádicamente junto con *Pinus pinea* L. (Santini *et al.*, 1994).

En Hungría los robles pueden formar rodales puros o mixtos. De estos últimos los más característicos son *Quercus* L.- *Carpinus betulus* L. y *Quercus* L.- *Carpinus betulus* L. - *Fagus sylvatica* L.; también es posible su asociación con otras especies del género *Quercus* L. (Solymos, 1993).

En Francia se puede encontrar a *Q. robur* L. con las siguientes especies: *Q. petraea* Liebl., *Q. pubescens* Willd., *Q. toza* Bast., *Q. ilex* L., *Q. suber* L. (Timbal *et al.*, 1996).

Dhôte (1997) y Boudru (1986) citan a esta especie asociada a *Fagus sylvatica* L.

Asimismo es posible su asociación con *Fraxinus excelsior* L., *Acer pseudoplatanus* L. y *Prunus avium* L. (Boudru, 1986).

5. Fisiología y reproducción de *Quercus robur* L.

El roble común tiene temperamento bastante robusto, siendo una especie de media luz. Las plántulas precisan poco abrigo, excepto cuando viven en exposiciones muy calientes o extremadamente frías (González, 1947).

Como los restantes robles de follaje caduco, es una especie ávida de luz, por lo que no ha de plantarse mezclado con especies forestales de larga evolución y que tengan sus mismas exigencias luminosas (Cussac *et al.*, 1943). Boudru (1986) lo clasifica como una especie heliófila. Rol (1962) la describe como una especie muy exigente en luz.

La cubierta muerta que forman las hojas al caer junto con frutos y ramas, protege y mejora el suelo (Cussac *et al.*, 1943).

El sistema radicular de los robles varía en función de las condiciones bajo las que crece la especie. Generalmente las especies creciendo en suelos húmedos tendrán un sistema radicular superficial o poco profundo. Aquellas que crecen en suelos secos y profundos, desarrollarán una raíz principal profunda complementada por un amplio desarrollo de raíces superficiales (USDA, 1973).

La mayoría de los robles tienen un sistema radicular de penetración profunda (Abrams, 1990, citado por Vivin *et al.*, 1993). Un sistema radicular profundo puede ser considerado como una adaptación primaria que permite a los robles evitar la desecación por sequía (Vivin *et al.*, 1993). Van Hess (1997) coincide con los anteriores autores, citando como estrategia de la especie la plasticidad de sus raíces, las que profundizan ante condiciones de sequía en búsqueda de reservas de humedad más profundas en el suelo.

El eje principal o raíz central del género, si no encuentra un obstáculo que a ello se oponga, se hunde profundamente en el suelo tan verticalmente como le es posible. Conserva siempre una gran preponderancia en relación a las raíces laterales, de las cuales las más gruesas también tienen tendencia a hundirse en el suelo más o menos

verticalmente lo cual se acentúa si en los primeros años se corta la raíz principal (From, 1922).

La morfología del sistema radicular de un árbol es fijada genéticamente, pero es susceptible a variaciones según las condiciones del sitio (Weller, 1965; Vartanian, 1974; Pritchett, 1979; Henderson *et al.*, 1983; Coutts, 1989, citado por Lucot, 1992). Para definir y cuantificar el impacto de estos factores, principalmente pedológicos (Lucot, 1990, citado por Lucot, 1992) se hace indispensable conocer las características del sistema radicular en condiciones no limitantes.

Según López *et al.* (1969) la especie presenta un sistema radicular fuertemente desarrollado. Posee una raíz pivotante que en muchos casos es reemplazada por raíces laterales fuertes y bien desarrolladas (Cussac *et al.*, 1943).

El enraizamiento de *Quercus robur* L. es profundo y potente, variable con las condiciones edáficas, típicamente pivotante, con fuertes raíces laterales oblicuas que aseguran un buen anclaje y resistencia al viento (Boudru, 1986).

Su raíces tienden a profundizar; al año suele tener una raíz central relativamente desarrollada en relación al sistema aéreo y puede llegar a penetrar a una profundidad de metro y medio en el suelo. Entre los 6 a 8 años desarrolla las raíces laterales y en su conjunto constituye un sistema radical penetrante y profundo (González, 1947).

Lucot *et al.* (1992) estudiaron la distribución media de las raíces de *Quercus robur* L. en función de la profundidad (Cuadro N° 1). El sistema superficial (0-60 cm) representa el 80 – 85 % de la densidad radicular total, siendo en su mayoría raíces de más de 50 mm de grosor. Existe un sistema profundo, entre los 60 – 400 cm de profundidad, que comprende una masa de raíces todavía bastante densa entre los 60-120 cm y un conjunto de raíces dispersas hasta los 400 cm de profundidad. El máximo de densidad radicular se encuentra en el interior del sistema superficial, entre los 20 y 30 cm (35.5%).

Cuadro N° 1 – Sistema radicular de roble pedunculado: número total promedio de raíces observadas a 1 m del árbol, con la intersección de un cilindro ficticio.

Profundidad (cm)	Clase a (1-5 mm)	Clase b (5-20 mm)	Clase c (20-50 mm)	Clase d (>50 mm)	Total
0 – 60	963	168	33	27.3	1191.3
60 – 120	324	60	27	0	411
120 – 400	405	42.3	0	0	447.3
Total	1692	270.3	60	27	2049.3

Fuente: Lucot *et al.* (1992)

Lucot *et al.* (1992) realizan una clasificación del sistema radicular de *Quercus robur* L., distinguiéndose: contrafuertes y gruesas raíces laterales primarias (diámetros mayores a 50 mm) formando una primer corona de raíces; segunda corona de raíces laterales; raíces pivotantes primarias y secundarias (Figura N° 7).

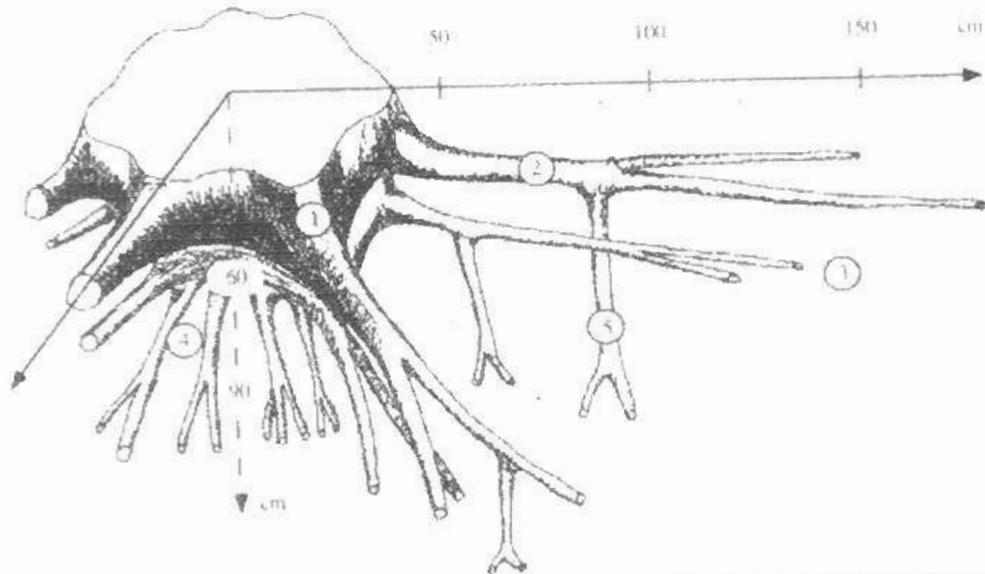


Figura N° 7 – Organización del sistema radicular de *Quercus robur* L.: contrafuertes (1), gruesas raíces laterales primarias (2), segunda corona de raíces laterales (3), raíces pivotantes primarias (4) y secundarias (5) (Lucot *et al.*, 1992).

La primer corona del sistema de superficie (raíces estructurales de primer orden), explora lateralmente el suelo de manera extensiva. La extensión lateral depende por una parte de la edad del árbol (Berben, 1968; Ruark *et al.*, 1982, citado por Lucot, 1992) y por otra parte de la competencia de raíces de otros árboles (McMinn, 1963; Gagnaire – Michard *et Guizerix*, 1976, citado por Lucot, 1992).

La reproducción de *Quercus robur* L. se realiza mediante semillas, las que maduran y caen en otoño (abril) debiendo ser cosechadas enseguida pues la humedad las altera con facilidad (Cussac *et al.*, 1943).

Quercus robur L., al igual que los demás robles, tiene una producción de bellotas irregular e infrecuente (González, 1947). Las especies que se comportan de esta forma se denominan veceras (Escudero, com. pers., 1996).

En España los árboles no producen bellotas hasta los 25-30 años (López *et al.*, 1969). En Francia la fructificación comienza a los 60 – 80 años (Rol, 1962).

En Hungría las primeras bellotas aparecen cuando el árbol tiene aproximadamente 50 años, siendo más abundantes las cosechas cada 6-10 años. *Q. robur* L. al igual que *Q. petraea* Liebl. tienen abundante floración pero las heladas y patógenos pueden matar la cosecha (Solymos, 1993).

Es importante considerar la calidad del material genético con que se cuenta para poder obtener plantaciones exitosas (Escudero, com. pers., 1996). La selección de semillas de árboles o rodales superiores, mulching, espaciamiento óptimo en vivero, fertilización y riego pueden incrementar significativamente la calidad del plantín (Crow, 1988; Teclaw *et al.*, 1993; Johnson, 1994, citados por Dickson *et al.*, 1996).

Existe considerable variabilidad genética dentro de las especies de robles más importantes utilizadas a nivel comercial (Kolb *et al.*, 1989; Kriebel, 1993, citados por Dickson *et al.*, 1996) y este potencial genético puede ser explotado para seleccionar genotipos que se adapten mejor a sitios específicos. Esta diferenciación genética ocurre tanto en rodales naturales (Kubiske *et al.*, 1992; Sala *et al.*, 1994, citados por Dickson *et al.*, 1996) como en poblaciones introducidas (Daubree *et al.*, 1993, citados por Dickson *et al.*, 1996).

En Hungría se le da gran importancia al material genético para la producción de madera de roble de alta calidad. Sus ensayos de procedencia verifican la diversidad genética de sus robledales y la posibilidad vía mejoramiento genético de producir madera de alta calidad (Solymos, 1993).

Las bellotas cosechadas pueden sembrarse inmediatamente en envase o en plena tierra o estratificarse en arena y posteriormente sembrarse en primavera (Lemes, com. pers., 1995).

Debido al gran tamaño de la semilla, se recomienda la siembra directa en envase (siembra de asiento), lo cual presenta múltiples ventajas frente a otros tipos de siembra evitándose el repique del plantín y el retraso en crecimiento. La siembra en envase posibilita realizar la plantación en el lugar definitivo en cualquier época del año (Bottazzi, com. pers., 1995).

Es importante tener presente que los robles poseen una raíz primaria o principal muy desarrollada y profunda, pivotante, que puede ser dañada al momento del trasplante (Dirr, 1990, citado por Arnold *et al.*, 1993).

Otra opción consiste en sembrar las bellotas en líneas a plena tierra, y luego extraer los plantines destinados a plantación a raíz desnuda o con terrón según la edad del plantín (Perdomo, com. pers., 1997).

La profundidad de siembra de las bellotas debe ser aproximadamente igual al diámetro de la semilla. Como regla general siempre es mejor cubrir la semilla poco que en exceso (Bottazzi, com. pers., 1995).

El tiempo de germinación puede ser variable, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas y del tipo de siembra elegida (Bottazzi, com. pers., 1995).

La estratificación es un método comúnmente usado en semillas de gran tamaño, que pierden fácilmente el poder germinativo. La opción de estratificar las bellotas surge como medio de conservar la viabilidad hasta sembrar en primavera cuando las condiciones climáticas resultan más favorables. Si no se estratifican ni siembran de inmediato se deshidratan, arrugan y pierden su viabilidad (Bottazzi, com. pers., 1995).

La propagación vegetativa de *Q. robur* L. presenta enormes dificultades pues enraíza mal de estaquilla cuando la planta madre tiene una edad superior a los 3 a 5 años. Solo se ha conseguido el enraizamiento de brotes de cepas de árboles apeados o de tallos herbáceos procedentes de injertos. Se ha intentado su micropropagación así como la embriogénesis de otras especies del género (Manzanera, 1992).

6. Tratamientos silviculturales

a. Métodos de repoblación natural

La habilidad de los robles para regenerar naturalmente es excelente, ya sea de semillas o de brotes (Solymos, 1993).

La cepa de *Quercus robur* L. se caracteriza por presentar en nuestro país muy buena capacidad de rebrote (Cussac *et al.*, 1943). Todas las cepas de robles tienen buena habilidad de brotación, la cual decrece al aumentar la edad del ejemplar. Son buenos para sobrevivir incendios, cortas y otras fuerzas que destruyen la parte aérea de la planta (USDA, 1973).

La habilidad generativa de las especies de robles está promovida por el peso de las bellotas, su alto contenido de agua y la cubierta seminal altamente protectora, así como por poseer cotiledones vigorosos y plantines con raíces vigorosas. A su vez, son desfavorables para la germinación las heladas, sequías y la alta demanda de oxígeno de las bellotas. En algunos países se presenta como inconveniente para este método de repoblación la presencia de animales que consumen las bellotas (Solymos, 1993).

La germinación de las bellotas se ve favorecida por la abundante caída de hojas luego de la fructificación, promoviendo la acumulación de humedad y un ambiente oxigenado (Solymos, 1993).

Las características del rodal y del sitio son factores de importancia en la sobrevivencia de los plantines, como la densidad, luz, humedad, heladas y predación por animales. La disminución de la densidad del canopy y sub canopy es una medida de manejo crucial para la sobrevivencia de los mismos (Beck, 1970; Loftis, 1988, 1990; Crow, 1992, citado por Rogers *et al.*, 1993). Gracias a sus reservas, los plantines de roble pueden subsistir el primer año con poca luz. En el segundo año las necesidades de luz aumentan considerablemente. Para un pleno desarrollo las jóvenes plantas deberán estar libres de toda cubierta superior o lateral a partir del quinto año (Boudru, 1986).

Reiteradamente se plantea en países con robledales naturales la necesidad de realizar investigaciones sobre técnicas de establecimiento de nuevos rodales, natural o artificialmente (Kenk, 1993; Weaver, 1993).

En Sudáfrica *Quercus robur* L. es considerada una planta invasora de las márgenes de los bosques, tierras forestales, lados de los caminos y costas de cursos de agua (Henderson, 1995).

b. Métodos de repoblación artificial

En Europa central las forestaciones son renovadas gracias a la regeneración artificial, en muchos sitios donde los robles fueron reemplazados por otras especies. Las forestaciones tálares están siendo sustituidas por fustales. Los montes tálares continúan predominando en muchas regiones. Estos montes producen trozas de baja calidad y se consideran menos deseables que aquellos procedentes de semillas o plantación (Weaver *et al.*, 1993).

En Hungría se utiliza el método de árboles protectores (shelter wood), comenzando con aclareos uniformes de los rodales que duran entre 6 a 12 años. Esto está ampliamente explicado por la inusual producción de bellotas (Solymos, 1993).

La regeneración artificial por plantación y siembra directa con una tendencia a un espaciamiento mayor se plantea actualmente en Europa central (Weaver *et al.*, 1993).

El manejo y raleo de los robledales en Europa central ha apuntado a la mantención de altas densidades para producir madera con anillos de crecimiento relativamente angostos. Este hecho, producido por un lento crecimiento de los árboles, se asociaba a una buena calidad de la madera (Weaver *et al.*, 1993).

En bosques manejados para obtener productos madereros de alta calidad, tanto la regeneración natural como la siembra o plantación a espaciamientos mayores, serán utilizadas para disminuir los costos. También se buscan sistemas que permitan disminuir las rotaciones, llevándolas a 100 años, para producir madera de mayor calidad (Weaver *et al.*, 1993).

En Alemania, luego de décadas de descuido, los robles indígenas (*Q. robur* L. y *Q. petraea* Liebl.) están siendo replantados. Esta política tuvo sus inicios en 1970 en vista de la creciente disminución de sus montes originales. Las nuevas plantaciones apuntan a distanciamientos mayores que los existentes en sus montes naturales (Kenk, 1993).

Según Solymos (1993) en Hungría, los robledales tallares indígenas (*Q. robur* L. y *Q. petraea* Liebl.) de buena calidad serán convertidos a rodales originados por semillas cuanto antes sea posible.

Información norteamericana (USDA, 1989) señala que los plantines a raíz desnuda son más baratos, livianos, fáciles de transportar y plantar que aquellos en contenedores. Los plantines se sugiere tengan al menos una altura de 40–50 cm y un diámetro de 1 cm en el cuello. Las raíces deben de estar bien desarrolladas y podadas hasta un largo de aproximadamente 20 cm. Es importante el cuidado de los plantines previo a la plantación, debiendo evitarse su deshidratación.

Plantines de buena calidad plantados en rodales manejados permitirán que estos sobrevivan y crezcan (Crow, 1988; Teclaw *et al.*, 1993; Johnson, 1994, citado por Dickson *et al.*, 1996).

En la plantación de rodales comerciales, donde se pretenden buenos diámetros y alturas, se sugiere un espaciamiento inicial de 3.0 x 3.0 m o menor (USDA, 1989).

Existe evidencia de que realizando plantaciones mixtas de *Q. robur* L. con plantas actinorrizas se incrementa la productividad del roble. En Italia se plantó asociado a *Q. robur* L. ejemplares de *Alnus cordata* Desf. sobre un suelo formado por bancos de despojos ligníticos. Dicho incremento en la productividad de los robles se debió a que la especie asociada es una planta correspondiente al grupo de las actinorrizas. Estas plantas tienen la capacidad de asociarse simbióticamente con el actinomicete *Frankia*, fijador

de N atmosférico. El nitrógeno fijado por el hongo aumenta el nivel de nitrógeno disponible en el suelo y en consecuencia la productividad del roble (Dommergues, 1997).

Otro método de repoblación artificial es la siembra directa ya sea cubriendo las bellotas o colocándolas en la superficie del terreno. No se ha encontrado bibliografía europea que mencione la siembra directa en casilla o surcos. Pero bibliografía norteamericana consultada la citan como una técnica ampliamente difundida en ese país.

La siembra directa en robles es posible gracias a que su semilla es de gran tamaño y se ve poco afectada por la temperatura y sequedad del suelo (USDA, 1989).

La primer ventaja de la siembra directa es su bajo costo. Otra ventaja es que permite el desarrollo natural de las raíces sin los disturbios causados por la remoción de los plantines en vivero y la poda de las raíces. Como desventaja se plantea un bajo desarrollo inicial del monte (USDA, 1989).

Goelz *et al.* (1997) citan el establecimiento de robledales a través de siembra directa. El sitio fue preparado controlando las malezas mecánicamente con una posterior disqueada previa a la siembra. Se sembraron 2 a 4 semillas por casilla a una profundidad de 3-5 cm, con un distanciamiento de 3.0 x 3.0 m entre las casillas. Estas últimas fueron carpadas dos veces durante el primer año, realizándose en la entrefila control mecánico de malezas durante el segundo y tercer año.

Las mejores épocas para realizar la siembra directa son el otoño, la primavera o principios del verano. Las bellotas pueden sembrarse a una profundidad de 5.0 a 15.0 cm. Los mejores resultados en germinación y sobrevivencia se obtienen sembrando a 5.0-8.0 cm de profundidad (USDA, 1989).

A nivel nacional se sugiere que la profundidad de siembra no sea superior a dos veces el ancho de la semilla (Bottazzi, com. pers., 1995).

La experiencia norteamericana muestra que es posible esperar que germine 1 de 4 semillas. El espaciamiento para sembrar 2240 semillas por hectárea puede variar desde 1.5 x 3.0 m a 1.0 x 4.5 m (USDA, 1989).

La siembra directa puede ser realizada utilizando métodos manuales, con una simple barra de metal o una vara plantadora, obteniéndose un rendimiento de aproximadamente 3-4 ha por día. También se pueden modificar para este fin máquinas plantadoras utilizadas en agricultura (USDA, 1989).

El éxito de las regeneraciones naturales o artificiales depende de las técnicas empleadas y de los factores físicos (clima, régimen hídrico del suelo) pero el

crecimiento juvenil está fuertemente influenciado por la riqueza química del suelo (Bonneau, 1997).

c. Cortas intermedias

Los raleos mejoran la disponibilidad de luz, agua y nutrientes para los árboles remanentes. En consecuencia, el crecimiento de los árboles se ve usualmente incrementado luego de un raleo (Mayor *et al.*, 1993).

Los efectos del raleo en el crecimiento de los árboles son usualmente estudiados en términos del incremento en diámetro del tronco, crecimiento en altura, expansión de la copa de los árboles remanentes y emisión de los brotes epicórmicos (Hamilton, 1981; Ducrey, 1988; Baldwin *et al.*, 1989; Bouchon *et al.*, 1989; Cutter *et al.*, 1991; Paysen *et al.*, 1992, citado por Mayor *et al.*, 1993).

Defectos como fibra espiralada y agrietamiento son eliminados a través de raleos selectivos en robledales densos. Como resultado, los crecimientos son más regulares, la fibra más derecha, la madera menos dura y menos pesada, lo que la hace más apta para trabajar (Boudru, 1986).

Mayor *et al.* (1993) estudiaron la respuesta en crecimiento al raleo selectivo en un monte comercial de *Quercus ilex* L. El diámetro medio del tallo se incrementó un 83% con respecto a las parcelas sin ralear durante un período de 6 a 9 años luego del raleo y en un 48% desde los 9 a 12 años luego del raleo.

En un ensayo realizado en Francia (Dhôte, 1997) con *Quercus petraea* Liebl. se trató de discutir el efecto de diferentes intensidades de raleo sobre el crecimiento en diámetro de los 100 árboles dominantes por hectárea, en poblaciones puras y regulares. Se instalaron parcelas permanentes en rodales que tenían entre 40 y 160 años. Como criterio de raleo se utilizó un índice de densidad clásica basado en la idea de Reineke (1933), que combina el número de fustes (N) y el diámetro cuadrático medio (D_g en cm) de la siguiente manera:

$$Rdi = \frac{N D_g^\alpha}{\beta}$$

siendo $\beta = 171582$

$\alpha = 1.701$

Los valores de este índice se encuentran entre 0 y 1. Los rodales densamente poblados están próximos a 1. Luego del raleo este valor no debe ser inferior a 0.5.

A partir de la década del 70 en Estados Unidos se han desarrollado modelos en computadoras que simulan crecimiento y rendimiento de los robledales con y sin tratamientos silviculturales (Rogers *et al.*, 1993).

d. Cosecha

En Alemania se considera que árboles de *Q. robur* L. y *Q. petraea* Liebl. están comercialmente aptos para producir madera de alta calidad cuando alcanzan un DAP de 60-80 cm (Kenk, 1993).

En Austria, con el mismo cometido, se cosechan árboles con DAP entre 50-60 cm (Hochbichler, 1993).

7. Crecimiento

El crecimiento de los robles varía según el nivel nutritivo del suelo, las condiciones físicas y el clima. Las dimensiones que pueden alcanzar en altura y grosor son muy diferentes (Boudru, 1986).

Quercus robur L. tiene en general un crecimiento algo lento en nuestro país (Cussac *et al.*, 1943).

Según González (1947) presenta un crecimiento poco rápido, salvo cuando se encuentra sobre un terreno que le es muy favorable y si vive en conveniente espesura puede llegar a adquirir una altura total de 40 m o más.

Lanzara *et al.* (1979) lo describen como un árbol majestuoso que puede alcanzar 50 m de altura, con tronco robusto y copa grande e irregular.

En buenos sitios españoles puede alcanzar 40-50 m de altura, presenta fustes limpios, desarrollando en estado aislado copa ancha, ramas gruesas y tortuosas que salen a los 6- 7 m de altura (López *et al.*, 1969).

Es un roble muy longevo, pudiendo llegar a vivir muchos siglos (Boudru, 1986). En Alemania el roble más viejo que se ha encontrado poseía alrededor de 1400 años (Kremer, 1990).

Según bibliografía española puede crecer hasta los 200 años. Es la especie de roble de mayor porte en España; allí se encuentra un ejemplar notable, el roble de Cubilón, en el valle de Cabuérniga (Santander), con más de 3 m de diámetro y una altura de 27 m (González, 1947).

Según la fertilidad del sitio, el régimen y el tratamiento, las dimensiones que puede alcanzar este roble varían entre 160 a 300 cm de circunferencia (50-95 cm de DAP) con 150 a 200 años en Bélgica y 250 a 300 años en robledales regulares de otros países (Boudru, 1986).

Estudios realizados en Bélgica (Boudru, 1986) permitieron clasificar los sitios donde se desarrolla esta especie en cuatro clases de fertilidad según el crecimiento como se muestra a continuación

Cuadro N° 2 – Crecimientos de *Quercus robur* L. en Bélgica según clases de fertilidad

	I*	II	III	IV
Altura total	35	30	25	20
Producción(m ³) ¹	7.0-5.5	5.5-4.0	4.0-2.5	<2.5
Producción(m ³) ²	4.5-3.5	3.5-2.0	2.0-1.0	<1.0

* clase de fertilidad

¹ en bosques espesos

² en bosques poco densos

Las márgenes limosas y ricas de cursos de agua tienen robledales de clase II y raramente grupos de clase I (Boudru, 1986).

En España el crecimiento en altura del tallo en el primer año es de 8 a 12 cm y del sexto al décimo año crece de 10 a 30 cm por año (From, 1922).

En los buenos sitios del plateau suizo se considera que el crecimiento es bastante rápido con un lapso de tiempo de aproximadamente 160 años y un promedio de 80 a 100 fustes de elite con dimensiones mayores a 65 cm de diámetro. El espesor de los anillos de crecimiento es de 2.0-2.5 mm. A los 50 años la altura dominante (índice de fertilidad) es en promedio 22.0 m, con un IMA de 7-8 m³/ha/año. A los 100 años registran alturas mayores a 30 m (Schütz, 1993).

En Francia, con rotaciones de 120 a 150 años, es posible obtener IMA de 4-8 m³/ha/año para *Q. robur* L. y *Q. petraea* Liebl. (Timbal *et al.*, 1996).

Comparativamente con los crecimientos obtenidos en las regiones de producción del extranjero (Francia, Alemania, Eslovenia), los robles de Suiza (*Q. robur* L. y *Q. petraea* Liebl.) son 2-4 m más elevados (Schütz, 1979, citado por Schütz, 1993).

La rentabilidad de la fertilización en silvicultura se plantea como un medio muy importante para alcanzar mayores rendimientos, pudiendo llegar a ser del orden del 20%. A nivel de vivero los crecimientos tienen mucha diferencia cuando se trata de un almácigo fertilizado y uno no (Baule *et al.*, 1969).

Asimismo la fertilización del sitio es importante para obtener mayores crecimientos. Bonneau *et al.* (1997) plantearon un ensayo de *Quercus robur* L. en un suelo pseudogley lixiviado con un horizonte E con colores de óxido reducción típico de condiciones de anegamiento y un Bt profundo a los 30 cm. El ensayo constó de 4 tratamientos del terreno donde se realizó la plantación : - testigo no drenado, - testigo drenado, - fertilización sin drenaje¹, - fertilización². Doce años después de la plantación se midió una altura total de 1.90, 1.55, 3.60 y 4.05 m respectivamente. El mayor crecimiento en altura se constató en el tratamiento fertilizado.

Los autores rusos y daneses señalan que existe excelente respuesta al agregado de NPK en robles jóvenes (Sörensen, 1936; Balbanov, 1955; Vsevolzhaskaya, 1956, citado por Baule *et al.*, 1969). Burschel (1966) obtiene muy buenos resultados igualmente en la fertilización de regeneraciones (Baule *et al.*, 1969).

8. Utilización de *Q. robur* L. en el arbolado urbano de Montevideo

Se ha utilizado esta especie en el arbolado público pudiéndose encontrar en las aceras de algunos barrios de Montevideo. A modo de ejemplo se citan las calles La Farnessina entre Las Tres Gracias y Aparicio Saravia (Piedras Blancas), Veraguas entre Luis Lasagna y Montalvo. También existen aceras plantadas con otras especies del género (Pizzorno, com. pers., 1998).

Quercus robur L. es también empleado con fines ornamentales en varios espacios libres de la ciudad, como por ejemplo los notables ejemplares del Parque Tomkinson en Paso de la Arena (Pizzorno, com. pers., 1998).

Cozzo (1950) no recomienda su empleo en el arbolado de aceras por no considerarlo un árbol indicado para sombrear las calles urbanas. Pese a ser un árbol de follaje caduco su otoñada no es muy notable.

¹ 200 kg/ha de P₂O₅, 35 g/árbol de K₂O y 8 g de N bajo forma de nitrato de amonio al 34.5 %

² Similar al 1

9. Plagas y enfermedades de *Quercus robur* L.

Los robles presentan una buena capacidad para soportar variedad de enfermedades fúngicas e insectos plaga sin sufrir daños perdurables (Herbert *et al.*, 1968).

Según Wargo (1996) un estrés si es severo y prolongado puede llevar a la mortalidad del árbol. Sin embargo, los eventos de estrés no son generalmente frecuentes ni severos como para causar directamente la muerte. La mortalidad de los árboles estresados resulta usualmente de ataques letales de organismos patógenos oportunistas que invaden y colonizan con éxito los árboles debilitados por estrés.

Los robles están predispuestos a estos organismos debido a defoliaciones causadas por insectos, hongos, heladas tardías de primavera, sequía y por fluctuaciones extremas de temperatura en invierno (Wargo, 1996).

El estrés causa cambios físicos, fisiológicos y químicos en los árboles, predisponiéndolos al ataque de los organismos oportunistas. Estos organismos pueden ser secundarios en la secuencia de eventos, pero son de importancia primaria en causar mortalidad (Wargo, 1996).

En montes naturales de *Quercus robur* L. existe una degradación radicular atribuida principalmente a dos hongos Basidiomycetes: *Collybia fusipes* (Bull ex. Fr.) Quel y *Armillaria mellea* (Vahl ex. Fr. Kumm), los cuales atacan mayormente las raíces gruesas y el tronco o la cepa. La pudrición se puede pronosticar a través de la presencia de carpóforos (Lèvy *et al.*, 1994).

Desde hace varios años se observa que muchos de los robledales, tanto europeos como americanos, han entrado en estado de senescencia (Hartmann *et al.*, 1992; Delatour, 1983; Schlag, 1994; Becker *et al.*, 1982 citados por Thomas *et al.*, 1996), situación que compromete su supervivencia en Francia (Lèvy *et al.*, 1994).

La senescencia de *Q. robur* L. ha sido detectada en rodales alejados entre sí (Becker *et al.*, 1982; Ragazzi *et al.*, 1986; Oosterban *et al.*, 1990, citado por Causin *et al.*, 1996). No se ha determinado aún una relación exacta de causa y efecto entre factores bióticos o abióticos que puedan llevar a la senescencia (Causin *et al.*, 1996).

Los síntomas de esta depresión pueden ser evidenciados a nivel de la copa, tronco o raíz. En el primer caso estos pueden ser: disminución en el tamaño de las hojas, alteración del color del limbo, modificación progresiva de la arquitectura de la copa, reducción de la masa foliar (Nageleisen, 1994) y un desecamiento de la copa a partir de

la cima del árbol (Lèvy *et al.*, 1994). Thomas *et al.* (1996) afirman que la defoliación temporaria puede ser un mecanismo de adaptación del árbol a la sequía, pero que su masa foliar es recuperada cuando se levanta la limitante hídrica; es por esto que no debe confundirse este sintoma como indicador de senescencia.

A nivel del tronco, se trata de síntomas no específicos ligados a una acumulación de savia entre la madera y corteza, la cual termina oxidándose y disolviéndose bajo forma de un líquido oscuro en las concavidades del ritidoma. Este tipo de síntoma necesita un descortezamiento progresivo para detectar su origen. En algunos casos se encuentra como evidencia una lesión cambial, abiótica, en forma de husos alargados (5 cm a más) con un ancho de hasta 30 cm y limitado por un rodete cicatrizal más o menos activo (Nageleisen, 1994).

En las raíces se observan alteraciones fúngicas que avanzan desde el cuello del árbol hacia las raíces, lo que se puede evidenciar tardíamente por la presencia de carpóforos de *Armillaria mellea* (Vahl ex. Fr. Kumm) (Nageleisen, 1994).

Aún no se han determinado de forma exacta las causas de esta senescencia, siendo varias las teorías que se manejan. Lèvy *et al.* (1983, 1994) mencionan que en Francia los problemas empezaron a partir de una sequía precoz, prolongada y pronunciada a partir del año 1976. Nageleisen (1994) cita el envejecimiento de los robledales (mayores a 120 años), la débil capacidad de retención de agua del suelo y las recientes sequías (1989-91), como posibles causas. Thomas *et al.* (1996) expresan que teóricamente bajo condiciones de sequía, las raíces son infectadas por hongos causantes de la senescencia.

Una variación en el nivel de micorrización podría estar provocando la senescencia (Liss *et al.*, 1984; Meyer, 1984; Fellner, 1988; Wargo *et al.*, 1988; Termorshuizen, 1990; Jansen, 1991; Keizer, 1993, citados por Causin *et al.*, 1996).

Se realizaron estudios en Francia con el fin de detectar una relación entre el daño o grado de depresión y las condiciones edáficas del sitio. Se observó que los factores edáficos responsables de la respuesta estaban relacionados con la capacidad de enraizamiento y la retención de agua de los horizontes con exploración radicular (Lèvy *et al.*, 1994).

En estudios fisiocológicos llevados a cabo en diferentes regiones de Francia se observó daño en *Q. robur* L. y no en *Q. petraea* Liebl. (Becker *et al.*, 1982; Durand *et al.*, 1983; Macaire, 1984; Lèvy *et al.*, 1994).

Desde 1984 se han suscitado en Francia ataques importantes de los siguientes defoliadores: *Tortrix viridana*, *Taumatopoea processionea*, *Euproctis chrysorrhoea*, *Lymntria dispar* (Nageleisen, 1994).

En Estados Unidos los árboles del género *Quercus* L. actúan como huésped alternativo de dos hongos que provocan podredumbre en *Pinus elliottii* Engelm y *P. taeda* L.: *Cronartium* sp. (roya fusiforme) el que provoca cancro en ramas jóvenes y *Fomes annosus* Fries o *Heterobasidium annosum* agente que causa podredumbre de raíz (Romero, com. pers., 1999)

En Inglaterra *Q. robur* L. es atacado por algunas avispa que provocan agallas en las hojas, yemas, tronco y raíces, como consecuencia de la presencia de huevos y larvas en tejidos en desarrollo (Herbert *et al.*, 1968).

En nuestro país se ha citado la presencia de un hongo que produce abundante micelio de aspecto blanquecino a nivel de las hojas. Este patógeno ha sido clasificado en sus dos estados *Microsphaera quercina* Schw. Burr (= *M. alphitoides* Griff. y Maubl.) perteneciente a Ascomycotina y *Oidium quercinum* Thum. perteneciente a Deuteromycotina. El micelio forma una barrera física a la fotosíntesis, lo que lleva a un debilitamiento de la planta. Las hojas invadidas antes de su desarrollo completo, se enrulan y no alcanzan su tamaño normal (Romero, 1992).

Ruffinelli (1967) a través de investigaciones llevadas a cabo para la Universidad del Trabajo del Uruguay, determina la presencia de los siguientes insectos en *Quercus robur* L. en Uruguay:

- Pericerya purchasi* Mask. “Cochinilla algodonosa”, la que forma colonias en hojas, ramas y tronco
- Mytilococcus ulmi* (L.) “Cochinilla coma del manzano”, la que se localiza en ramas y hojas
- Sibine bonaërensis* Berg. “Oruga”, formadora de colonias sobre el follaje
- Halysidota catenulata* Hübner “Oruga”, viviendo sobre el follaje. Presenta como predator a *Podisus nigrolimbatus* Spin.
- Automeris coresus* Boisduval “Bicho peludo verde”, defoliador
- Hemirrhypus elegantissimus* Cand., cuyas larvas causan galerías
- Praxithea derourei* Chabrill.
- Trachyderes thoracicus* Oliv. (actualmente *Retrachideris thoracicus* Oliv.)
- Xyletinus brasiliensis argentinus* Pic., quien ataca madera seca

10. Propiedades de la madera

Las propiedades tecnológicas y la calidad de un bosque de robles no dependen de la especie, pero si del sitio, régimen, tratamiento, existencia de defectos graves como el agrietado, acebolladuras, fibra espiralada y nudos. La cultura del roble exige algunos cambios si se quiere tener una buena rentabilidad, formando al material para poder darle

usos bien remunerados: ebanistería, debobinado y faqueado. Las trozas provenientes de bosques fustales son menos propensas a sufrir acebolladuras y agrietado (Boudru, 1986).

La madera de *Quercus robur* L. presenta albura blanca y duramen oscuro (Lanzara *et al.*, 1979). El contenido de albura es regular, demorando entre 15 y 20 años para transformarse en duramen (From, 1922).

Tuset *et al.* (1970) la describen como una madera de color castaño, con anillos de crecimiento claramente demarcados y textura mediana a gruesa. La porosidad es circular flamiforme, siendo los poros visibles a ojo desnudo, grandes en el leño temprano, medianos y pequeños en el leño tardío. Son escasos, solitarios y raramente múltiples. Gran número de poros presentan tílides.

El parénquima axial no es visible a ojo desnudo, siendo paratraqueal confluyente sobre todo entre los poros del leño temprano. En el leño tardío es a veces visible, siendo apotraqueal difuso en agregados (Tuset *et al.*, 1970).

Los radios leñosos son de muy anchos a muy finos; los primeros fácilmente visibles a ojo desnudo en disposición irregular (Tuset *et al.*, 1970).

El diseño de la madera varía dependiendo de las caras de corte, pudiendo ser rayado para cortes longitudinales y jaspeado o floreado para caras radiales. Cuando los radios son muy anchos se observan máculas de forma irregular y de color más claro que el resto de la madera, dando origen a un diseño muy atractivo y sumamente apreciado (Tuset *et al.*, 1986).

El peso específico promedio de *Quercus robur* L. es 0.704 variando de 0.576 a 0.853 (Marchal *et al.*, 1994).

Gutierrez *et al.* (1967) estudiaron las características físico-mecánicas de la madera de *Quercus robur* L. proveniente de distintas localidades de España, registrando los siguientes resultados.

Cuadro N° 3 - Características físico - mecánicas de la madera de roble

Ensayos	Valor promedio	Valor máximo	Valor mínimo
Contenido de humedad (%)	11.2	15.7	5.4
Dureza radial	9.54	14.53	7.12
Dureza tangencial	4.19	8.01	2.71
Densidad normal (12 %)	0.835	0.991	0.719
Peso seco volumétrico	0.677	0.790	0.583
Punto de saturación de las fibras (%)	29	33	23

Fuente: Elaboración propia en base a Gutierrez *et al.* (1967).

Lanzara *et al.* (1979) describen la madera de esta especie como fácil de trabajar y de larga durabilidad.

Según Galante (1996) el secado a la intemperie en Europa demanda 2 a 3 años para alcanzar un contenido de humedad del 12-16 %, permitiendo un secado progresivo de 1 cm/año.

El antiguo criterio de evaluación de la calidad de la madera, especialmente el poco espesor de los anillos de crecimiento, esta siendo revaluado. Los árboles con mayores diámetros, troncos sin nudos y anillos de crecimiento más anchos serán estudiados (Weaver *et al.*, 1993). En adición, Nepveu (1993) afirma que solo parte de la amplia variación fenotípica de las propiedades de la madera está explicada por el ancho de los anillos. Esto significa que árboles de buena calidad y relativamente altas tasas de crecimiento radial pueden ser encontrados.

Existe un nivel muy alto de variabilidad fenotípica en las características físicas y anatómicas de la madera (densidad, color, contracción, etc.) y en las propiedades tecnológicas apropiadas para producir madera laminada. Algunos artículos revisados muestran que gran parte de la variabilidad fenotípica de la madera de roble está probablemente bajo control genético (a nivel individual) (Nepveu, 1993).

En roble altos niveles de variación fenotípica se han detectado para grano espiralado (Biro *et al.*, 1980, citado por Nepveu, 1993) y para la susceptibilidad a grietas internas causadas por congelamiento (Miller, 1987, citado por Nepveu, 1993).

Las siguientes características son deseables para que las trozas sean aptas: 1) baja contracción; 2) ausencia de grietas internas; 3) grano derecho; 4) color aceptable y otros aspectos estéticos especialmente regularidad del crecimiento radial y 5) poca albura (Nepveu, 1990, citado por Nepveu, 1993).

En muchos casos la variación fenotípica de las propiedades de la madera entre árboles está dada por la mezcla de árboles de *Q. robur* L. y *Q. petraea* Liebl. Aunque debe remarcarse que la cantidad de variación fenotípica es alta en ambas especies (Nepveu, 1993).

En robles, la variabilidad entre árboles para las propiedades de la madera parece ser alta si los árboles son adultos, tienen el mismo ancho de anillos y están creciendo en el mismo rodal. La variabilidad entre árboles no puede ser explicada por la silvicultura o por el ambiente, pero sí por el micrositio y/o diferencias genéticas. Aunque la variabilidad entre árboles es alta, varias propiedades de la madera no varían significativamente dentro del árbol (Nepveu, 1993).

A causa del pequeño número de ensayos experimentales disponibles, existe muy poca información sobre el control genético de las propiedades de la madera en roble. Los resultados obtenidos (Nepveu, 1982, 1984; Kanowski *et al.*, 1990, citado por Nepveu, 1993) en un material juvenil a muy juvenil reproducido clonalmente o por progenie, demuestran claramente que el control genético individual es: muy fuerte para el área de los vasos individuales en leño temprano ($h^2 = 0.6-0.9$); alta para densidad básica ($h^2 = 0.3-0.6$); interesante para contracción y ancho del leño temprano ($h^2 = 0.3-0.4$) y baja pero significativa para porcentaje de los vasos en el leño temprano, leño tardío y porcentaje de fibra en el leño tardío ($h^2 = 0.1-0.25$).

II. Usos

Según Lanzara *et al.* (1979) es una de las maderas más apreciadas para construcciones navales, muebles y vigas. El famoso roble de Eslavonia, con el que se construían barriles destinados al envejecimiento de vinos preciados o de coñac, procedía de esta especie.

La madera de *Quercus robur* L. es empleada en ebanistería, carpintería de lujo, chapas decorativas, envases toneleros para añejamiento de vinos y alcoholes, tornería, etc. (Lombardo, 1979; Ross, 1964; Celulosa Argentina, 1977, citado por Queijo *et al.*, 1988).

Una tendencia creciente en Europa es el uso de esta especie como madera aserrable de alta calidad y chapas debobinadas (Solymos, 1993; Kenk, 1993).

Dos son las especies europeas utilizadas en la elaboración de barriles: *Quercus petraea* Liebl. y *Q. robur* L. Ambas tienen características estructurales similares y es su composición físico-química la que nos permite diferenciarlas (Galante, 1996).

En Estados Unidos la madera de roble es utilizada para la fabricación de pisos ya que ofrece diferentes posibilidades de color, fibra, densidad y precio. Los principales mercados demandantes son Japón, China, Estados Unidos y Europa (Bucley, 1998).

Estados Unidos (Bucley, 1998) es uno de los mayores productores y exportadores de pisos de madera de frondosas del mundo. Los principales productos que utilizan para pisos son:

- Planks o tablas con anchos de 3”/4”/5” y 6”
- Strips o tablillas con anchos de 2 ¼” no acabados, pre-acabados o acabados en fábrica
- Parquet
- Parquet flotante

De los cuatro tipos de piso el más popular en Estados Unidos es el de strips o tablillas con anchuras comprendidas entre 1 ½” y 2 ¼”, colocado sin longitudes concretas (Bucley, 1998).

La National Oak Flooring Manufactures Association (NOFMA) -Asociación Nacional de Fabricantes de Suelos de Roble-, fundada en 1909 establece las especificaciones oficiales y normas de clasificación por calidades, proporciona un certificado que se estampa en cada paquete y ofrece información técnica y de producción. Entre otros factores controla el contenido de humedad de la madera, que debe oscilar entre 6 y 9% con un 5% de tolerancia para piezas fuera del rango (Bucley, 1998).

Los países que poseen robledales naturales no solo los consideran económicamente valiosos sino que también resaltan su importancia ecológica. Esta última es debida al amplio rango de provincias climáticas y sitios ocupados por el género y su importancia como componentes del hábitat de vida silvestre, protección de los recursos hídricos y edáficos (Weaver *et al.*, 1993). La cubierta muerta que forman las hojas al caer junto con frutos y ramas, protege y mejora el suelo (Cussac *et al.*, 1943).

Desde la Edad Media los robles son muy importantes como fuente de alimento para los cerdos (Johnson, 1980; Solymos, 1993).

12. Mercados y precios

Los países productores de madera del género *Quercus* L. son Argelia, Canadá, Colombia, Estados Unidos, India, Indonesia, Irán, Israel, Japón, Marruecos, Méjico, Paquistán y Turquía. *Quercus petraea* Liebl. y *Q. robur* L. son producidos por Albania, Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Checoslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Italia, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, Rumania, Rusia, Suecia, Suiza, y ex Yugoslavia (Tuset *et al.*, 1986).

Los principales países consumidores que importan madera de roble y sus respectivos volúmenes son presentados a continuación.

Cuadro N° 4 - Países importadores de *Quercus spp.*

PAIS	Volúmen (miles de m ³)
Italia	202.7
Alemania	154.2
Canadá	364.0
Bélgica	166.0
Estados Unidos	22.0
Holanda	90.4

Fuente: Praif II, 1996

En una encuesta realizada a los consumidores y profesionales franceses de madera de roble, se establecieron las preferencias en orden de importancia decreciente: nudosidad, orientación del corte, claridad y homogeneidad del color y espesor de los anillos. No existe predilección absoluta, todos los gustos existen y ningún grupo predomina totalmente. Las personas relacionadas profesionalmente con el uso de la madera tienden a rechazar sistemáticamente los nudos, mientras que las mujeres prefieren la madera algo nudosa (Marchal *et al.*, 1994).

En nuestro mercado la madera de roble importado se comercializa a 5 US\$ + IVA el pie maderero. La misma se importa desde hace 20 años de Estados Unidos bajo la denominación comercial de *Quercus spp.*, como tablas de 1", 1 1/2", 2" y 3" de espesor y 2, 2.5, 3 y 4 m de largo. Manifiestan los propietarios que las ventas son cada vez mayores (Timber, com. pers., 1999).

Así mismo personas vinculadas con la elaboración de muebles importan tablas de Bélgica y láminas de Eslovenia para consumo propio. Las mismas son de *Q. petraea*.

A continuación se presenta información publicada en el Praif II, en relación al valor de venta FOB de la madera de *Quercus robur L.*

Cuadro N° 5 - Precio FOB (US\$ /m³ nominales) de tablas de *Q. robur L.* (1989-1993).

Año	1989	1990	1991	1992	1993
PrecioFOB(US\$/m ³ nominales)	507	612	593	641	641

Fuente: Praif II, 1996

Como se mencionó es posible la fabricación de barricas para la crianza de vinos, las cuales pueden valer entre 200 y 700 US\$ (Galante, 1996).

En Francia la madera de roble es comercializada principalmente en otoño, presentándose a continuación, a modo comparativo, la evolución del precio según tres categorías diamétricas de la madera de *Quercus robur* L. y *Pinus pinaster* Ait.

Cuadro N° 6 – Precios de la madera de *Quercus robur* L. y *Pinus pinaster* Ait. en Francia según categorías diamétricas.

Especie	Diámetro (cm)	Precio (Francos / m ³)				
		1977	1980	1990	1995	1996
<i>Q. robur</i> L.	50 a más	613	771	812	807	752
	30 - 45	173	256	249	247	223
	25 a menos	12	23	51	73	61
<i>P. pinaster</i> Ait.	20 a menos	S/d	S/d	S/d	S/d	45
	25 a más	S/d	S/d	S/d	S/d	159

Referencia: S/d = Sin dato

Fuente: elaboración propia en base a la Office National des Forêts, 1994 y 1997.

Según la Office National des Forêts (1997) el precio del roble baja en promedio un 6% anual. Es difícil de interpretar los valores de precios medios, sobre todo cuando se trata de robles de grandes diámetros y con una variación de la calidad del producto lo que puede explicar las fluctuaciones. Es decir, grandes diámetros no significan buena calidad.

C. GÉNERO *TAXODIUM*

I. Clasificación taxonómica

El género *Taxodium* corresponde al Grupo Gimnosperma, siendo plantas cuyas flores tienen óvulos desnudos, carecen de estilo y estigma; el ovario está representado por una hoja carpelar abierta y las anteras no están sostenidas por un filamento (Lombardo, 1979).

Las Gimnospermas son plantas Fanerógamas que constituyen un grupo caracterizado esencialmente por la estructura del aparato reproductor femenino. El mismo consta de óvulos desnudos, ubicados sobre piezas foliares más o menos modificadas y agrupadas sobre ramas fértiles. Los órganos reproductores están agrupados en inflorescencias unisexuales. Los árboles son monoicos, raramente dioicos. La polinización es anemófila (Debazac, 1964).

Dentro de dicho grupo el género pertenece a las Coníferas. Como coníferas, se engloban los árboles resinosos, comúnmente de follaje persistente, hojas dísticas, opuestas, verticiladas, en hacecillos o esparcidas, simples y comúnmente enteras, linear-lanceoladas, aciculares, lineal- aciculares o escamiformes. Las flores son unisexuadas, dispuestas en conos. El fruto es un cono (piña, cono drupáceo o cono bacciforme) (Lombardo, 1979).

Las coníferas tuvieron el máximo de expansión en el jurásico, donde se estima que estaban aproximadamente representadas por 20.000 especies, aunque el número actual no sobrepasa las 600 especies (Debazac, 1964).

Todas las coníferas son especies leñosas, frecuentemente árboles de gran talla, muy raramente arbustos o arbustillos. El tallo es derecho en razón de una ramificación monopodial; las ramificaciones secundarias son laterales, mientras que el eje principal se elonga indefinidamente. Las coníferas tienen células secretoras, aisladas o agrupadas en bolsas o en canales, productoras de oleoresinas (Debazac, 1964).

La familia *Taxodiaceae* está integrada por géneros que presentan como característica común el poseer un cono donde las brácteas estériles y las escamas fértiles se encuentran soldadas (Debazac, 1964).

Dicha familia se encuentra integrada por árboles monoicos, cuyas semillas tienen un ala pequeña que circunda generalmente la porción seminífera (Parodi, 1959).

La misma cuenta con diez géneros: *Sciadopitys*, *Metasequoia*, *Cunninghamia*, *Taiwania*, *Athrotaxis*, *Cryptomeria*, *Sequoiadendron*, *Sequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus* (Debazac, 1964).

Son 16 las especies que se incluyen dentro de la familia *Taxodiaceae* (Dimitri, 1978).

La madera de los diferentes géneros está desprovista de canales resiníferos, los radios leñosos son homogéneos y están constituidos únicamente por células parenquimáticas. Las paredes de las traqueidas carecen de engrosamiento espiralado. Las puntuaciones son del tipo taxoide o cupresoide. La caída de las ramillas anuales es frecuente en esta familia (Debazac, 1964).

Todas las especies son del Hemisferio Norte, a excepción de aquellas del género *Athrotaxis* endémicas de Tasmania (Debazac, 1964).

Según Debazac (1964) el género comprende una sola especie en América del Norte. Sin embargo en razón de la extensión de su área, existen formas geográficas que son consideradas especies.

Record *et al.* (1943) mencionan a *Taxodium distichum* (L.) Rich. (1810) y *Taxodium mucronatum* Tenore (= *Taxodium mexicanum* Carr.). Citan como variedad de la especie típica a *Taxodium distichum* var. *imbricarium* (Nutt.) Sarg., considerada por otros autores como *Taxodium ascendens* Brongn. (= *Taxodium imbricarium* [Nutt.] Harper), que generalmente es conocido como *Glyptostrobus pendulus* Endl.

Según USDA (United States Department of Agriculture) Forest Service (1965) son dos las especies conocidas del género *Taxodium*. Como variedad de la especie típica se cita *Taxodium distichum* var. *nutans*.

Según Lombardo (1979) el género cuenta con tres especies: dos de América del Norte y otra de China. Se menciona como cultivada en nuestros paseos públicos a *Taxodium distichum* (L.) Rich. Igualmente se asevera que algunos individuos observados (Plaza Gral. Miró, Plaza de Deportes del Paso del Molino, etc.) parecen corresponder a variedades de esta especie.

Dimitri (1978) incluye dentro del género tres especies, *Taxodium distichum* (L.) Rich., *T. mucronatum* Ten. (= *T. montezumae* Deene.) y *T. ascendens* Brongn.

Brussa (com. pers., 1996) cita tres especies del género *Taxodium* a nivel mundial, todas del Hemisferio Norte: *Taxodium distichum*, *T. mucronatum* y *T. ascendens*. Destaca, debido a la existencia de una marcada variación clinal, que resulta difícil en algunos casos determinar la especie a la que pertenecen los individuos.

Record *et al.* (1943) incluyen dos o tres especies para este género, muy relacionadas y cercanas.

Según Parodi (1959) son tres las especies comprendidas en el género: *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Taxodium mucronatum* Ten. y *Taxodium ascendens* Brongn. Los mismos se diferencian en función de los siguientes criterios:

- a. Hojas dispuestas en dos planos divergentes
- b. Hojas persistentes o semi persistentes,
 conos de 12-15 mm de largo *Taxodium mucronatum*
- bb. Hojas caedizas en el otoño,
 conos de unos 25 mm de diámetro, subglobosos *T. distichum*
- aa. Hojas no dispuestas en dos planos,
 sino más o menos adosadas a las ramitas *T. ascendens*

Se conoce una variedad de *T. ascendens* citada como *T. ascendens* var. *nutans* (Aiton) Rehder (Parodi, 1959).

Se presenta como sinónimo de *Taxodium distichum* (L.) Rich. a *Cupressus disticha* L. (Parodi, 1959; Lombardo, 1979; Dimitri, 1978).

Dallimore *et al.* (1974) citan la siguiente sinonimia dentro del género:

- *Taxodium distichum* (L.) Richards = *Cupressus disticha* Linneaus = *Schubertia disticha* (L.) Mirbel.
- *Taxodium distichum* cv. 'Pendens' = *Taxodium f. pendens* Rehder = *Taxodium distichum pendulum* Horsey, not Carrière = *Taxodium distichum nutans* Carrière, not Sweet.
- *Taxodium mucronatum* Tenore = *Taxodium distichum* var. *mucronatum* Henry.
- *Taxodium ascendens* Brongniart = *Taxodium distichum* var. *imbricarium* Croom = *Taxodium imbricarium* Harper.
- *Taxodium ascendens* cv. 'Nutans' = *Taxodium ascendens f. nutans* (Aiton) Rehder = *Taxodium ascendens* var. *pendulum* Schneider = *Taxodium distichum* var. *nutans* Sweet = *Taxodium distichum* var. *pendulum* Carrière = *Cupressus disticha* var. *nutans* Aiton = *Glyptostrobus pendulus* Endlicher.

2. Descripción botánica

a. Género *Taxodium* Rich.

El nombre genérico proviene del griego *táxos*, tejo, y *éidos*, semejanza, debido al aspecto de las hojas que recuerdan al de algunas especies de *Taxus* (Debazac, 1964; Lanzara *et al.*, 1979).

Según Lombardo (1979) los árboles de este género son monoicos, de follaje persistente o caduco, hojas lineales, generalmente dispuestas en dos filas a lo largo de las ramillas (dísticas). Las ramillas pueden ser caducas o persistentes (USDA, 1965).

Las flores masculinas son pequeñas, en escamas anteríferas de disposición espiralada, con 4 – 9 sacos polínicos, formando un panículo de amentos. Las flores femeninas, también pequeñas, se encuentran dispuestas en estróbilos solitarios o de pares en la extremidad de las ramillas del año anterior y están compuestas de escamas imbricadas que llevan 2 óvulos cada una (Lombardo, 1979).

El cono es globoso o casi y está constituido por escamas leñosas, de disposición espiralada. Las semillas, angulosas y relativamente grandes (Lombardo, 1979), maduran en el primer año (USDA, 1965).

b. *Taxodium distichum* (L.) Rich.

Nombre Común: Ciprés calvo, ciprés de los pantanos, ciprés, baldcypress, southern cypress, gulf cypress, tidewater red cypress, yellow cypress, black cypress, Louisiana cypress, marsh cypress, swamp cypress, white cypress, deciduous cypress, cypress, cyprès chauve.

Árbol de gran talla, muy longevo, de copa largamente cónica en sus primeros 40 o 50 años, la que luego pierde de forma paulatina (Debazac, 1964; Lombardo, 1979). El tronco se ensancha hacia la base formando estructuras profundamente lobadas (USDA, 1972). El ritidoma es grueso, de color marrón rojizo o grisáceo, fibroso o escamoso, transformándose en asurcado a medida que el árbol avanza en edad (Debazac, 1964; USDA, 1968). Las ramas son largas y no caducas, horizontales o elevadas (Debazac, 1964; Lombardo, 1979). Las ramillas son cortas, dísticas y alternas (Debazac, 1964).

El follaje es caduco, desprendiéndose junto con las ramillas del año, tornándose rojizo en el otoño antes de caer (Lombardo, 1979). Las ramillas son de dos tipos, las

primeras persistentes con yemas axilares próximas a la zona de crecimiento terminal del año y las segundas caducas sin yemas axilares (Dallimore *et al.*, 1974).

Las hojas son simples, de filotaxia alterna, diferenciándose dos tipos: hojas escamiformes presentes en la ramilla y hojas aciculares achatadas o lineales (Dimitri, 1978). Estas últimas son verde amarillentas, brillosas, integra, de 10 a 17 mm de largo, 1 mm de ancho y con pequeño mucrón (Debazac, 1964; Lombardo, 1979). Se disponen o en un plano, en dos hileras a lo largo de las ramillas separadas de 1-4 mm unas de otras, o de forma subdística (Debazac, 1964; Lombardo, 1979).

Los amentos masculinos son verdes o rojizos, ovoides, de 5-6 mm de largo dispuestos en inflorescencias ramificadas, cada amento con un pequeño número de estambres, portadores de 5 a 9 sacos polínicos (Debazac, 1964; Lombardo, 1979). Las inflorescencias femeninas están aisladas en amentos ubicados en las extremidades de las ramillas cortas (Debazac, 1964; Lombardo, 1979; Dallimore *et al.*, 1974).

Los amentos aparecen en el mes de julio, previo a la foliación a partir de yemas formadas en el año anterior (Parodi, 1959; Lombardo, 1979).

Los conos son globosos a subglobosos, de 2-3,5 cm de largo, constituidos por escamas leñosas en forma de clavo (peltadas) (Debazac, 1964; Lombardo, 1979). La apófisis de cada escama es rómbica, con una punta mucronada en el centro. El cono tiene 2 semillas aladas por escama (Debazac, 1964). Las semillas son de 10-15 mm de largo, 5-6 mm de ancho (Debazac, 1964). Los conos maduran en el año, pero permanecen adheridos por más tiempo (USDA, 1965). La plántula tiene de 5-9 cotiledones (Debazac, 1964).

Taxodium distichum (L.) Rich. presenta raíces laterales con crecimientos verticales típicos, denominados neumatóforos (USDA, 1965). Estas estructuras son proyecciones radiculares cónicas, leñosas, sin hojas, que se desarrollan comúnmente en pantanos profundos y lugares sujetos a largas inundaciones (Record *et al.*, 1943). La altura que alcanzan varía dependiendo aparentemente del nivel del agua, pudiendo alcanzar varios pies (USDA, 1965, 1968). Según el Instituto de Diseño de la Facultad de Arquitectura (1963), los mismos pueden alcanzar en el país una altura de aproximadamente 35 cm. En su lugar de origen llegan a 2 m. A pesar de que se ha asumido que cumplen una función de aireación, esto no ha sido confirmado científicamente (USDA, 1965, 1968; Ewel *et al.*, 1984). También sirven para reforzar el sistema radicular y proveer anclaje (Record *et al.*, 1943; USDA, 1972).

Existe una variedad del ciprés calvo, *Taxodium distichum* var. *nutans* (Ait.) Sweet (pondcypress, pond baldcypress, black cypress), muy similar a la especie típica tanto silvícola como botánicamente. Es un árbol de menor talla, crecimiento más lento y menor longevidad que la especie típica (USDA, 1965; Ewel *et al.*, 1984), distinguiéndose

de esta por sus hojas en forma de lezna (Debazac, 1964). En el Index Kewensis (1981-1985) se cita a *Taxodium distichum subsp. nutans* (Ait).

c. Otras especies

Según Brussa (com. pers., 1996) dentro de este género es posible encontrar la especie *Taxodium mucronatum* Tenore (1853).

Morfológicamente se diferencia de *T. distichum* (L.) Rich. por poseer sus conos escamas con mucrón más desarrollado (Brussa, com. pers., 1996). El cono tiene de 20 – 28 escamas leñosas (Debazac, 1964), cuando maduro alcanza 1-1.5 cm de largo (Parodi, 1959). Su porte es piramidal con ramas extendidas horizontalmente. Las hojas son lineares, mucronuladas, de 1 a 2 cm de largo dispuestas en dos planos divergentes. Las flores masculinas se disponen en amplias panojas. Las semillas son angulosas, de color castaño, midiendo 5-7 mm de largo (Parodi, 1959).

En nuestras condiciones se comporta como una especie de follaje tardíamente caduco (Parodi, 1959; Brussa, com. pers., 1996). En Méjico presenta follaje persistente y copa abierta (Debazac, 1964). Su hábito de crecimiento es similar al de *Taxodium distichum* (L.) Rich., incluyendo la formación de neumatóforos. Los especímenes de herbario de ambas especies son muy difíciles de distinguir (Record *et al.*, 1943). Su tronco es más cilíndrico que el de *T. distichum* (L.) Rich. (Bottazzi, com. pers., 1995).

En Estados Unidos se lo conoce comúnmente como cypress- bold, buck, cou, pond, river, southern, swamp. Comercialmente se lo denomina cypress- black, gulf red, bulf, coast, red, pecky, peggy, white. En Méjico los nombres comunes utilizados son: ahuehete, ahoehoetl, ahuehuetl, ciprés, ciprés de Montezuma, cipreso, pentamón, pentamú, sabino, tnuycú, yaga-chichinu, yaga-guichixiña e yucu-nd-tura (Record *et al.*, 1943).

La tercer especie citada por Brussa (com. pers., 1996) es *Taxodium ascendens* Brongn., cuyas hojas se disponen en varios planos en la misma dirección de las ramillas, las cuales son ascendentes.

Parodi (1959) describe a esta especie como un árbol de copa piramidal, con las ramas extendidas horizontalmente. Es un árbol de menor porte que *Taxodium distichum* (L.) Rich., con copa angosta y fina. La corteza es marrón clara, gruesa y fibrosa (Dallimore *et al.*, 1974).

Las hojas son lineales de aproximadamente 1 cm de largo. Las flores masculinas se disponen en amplias panojas péndulas, terminales. Los conos maduros son de color

castaño-grisáceo, rugosos, 2.5-3.5 cm de largo. Las semillas son castañas y angulosas (Parodi, 1959).

En su lugar de origen alcanza una altura de 21-24 m (Dallimore *et al.*, 1974).

Se lo conoce comúnmente por los nombres de “pond cypress” y “upland cypress” (Dallimore *et al.*, 1974).

Existe una forma de ramillas péndulas que corresponde a *Taxodium ascendens* var. *nutans* (Ait.) Rehd. (Parodi, 1959).

3. Distribución natural del género

A principios del Periodo Terciario el género *Taxodium* se encontraba ampliamente distribuido en América del Norte y Europa (USDA, 1965; Kremer, 1990). En estratos de aproximadamente 20 millones de años de antigüedad sobre los lignitos de la región de Renania se encuentran fósiles que apenas pueden diferenciarse de los cipreses de los pantanos recientes (Kremer, 1990).

Taxodium distichum (L.) Rich. se extiende en el sudeste de Estados Unidos a lo largo de la Planicie Costera, desde el sur de Delaware hasta el sur de Florida y hacia el oeste desde el sudeste de Texas hasta casi la frontera con Méjico. En la Planicie Costera crece a lo largo de cursos de agua ubicados en los estados del sudeste; al norte en el valle del Mississippi hasta el sudeste de Oklahoma, sudeste de Missouri, sur de Illinois y sudoeste de Indiana (USDA, 1965; Debazac, 1964) (Figura N° 8 y 9).

Su distribución fue muy abundante a lo largo de las vías de drenaje del sudeste de Estados Unidos, pero debido al valor de su madera (resistente a la pudrición) muchos rodales han sido deforestados, llegando a ser hoy en día uno de los árboles menos frecuentes del sur (USDA, 1965, 1968).

El ciprés calvo está comúnmente asociado a sitios anegados, como los pantanos, desarrollándose bien en sitios que permanecen bajo agua durante varios meses (USDA, 1965, 1972). Se lo encuentra en suelos con abundante agua (Debazac, 1964).

La asociación de esta especie a sitios húmedos probablemente se deba al desplazamiento provocado por la competencia de otras especies de madera dura (USDA, 1965, 1972).

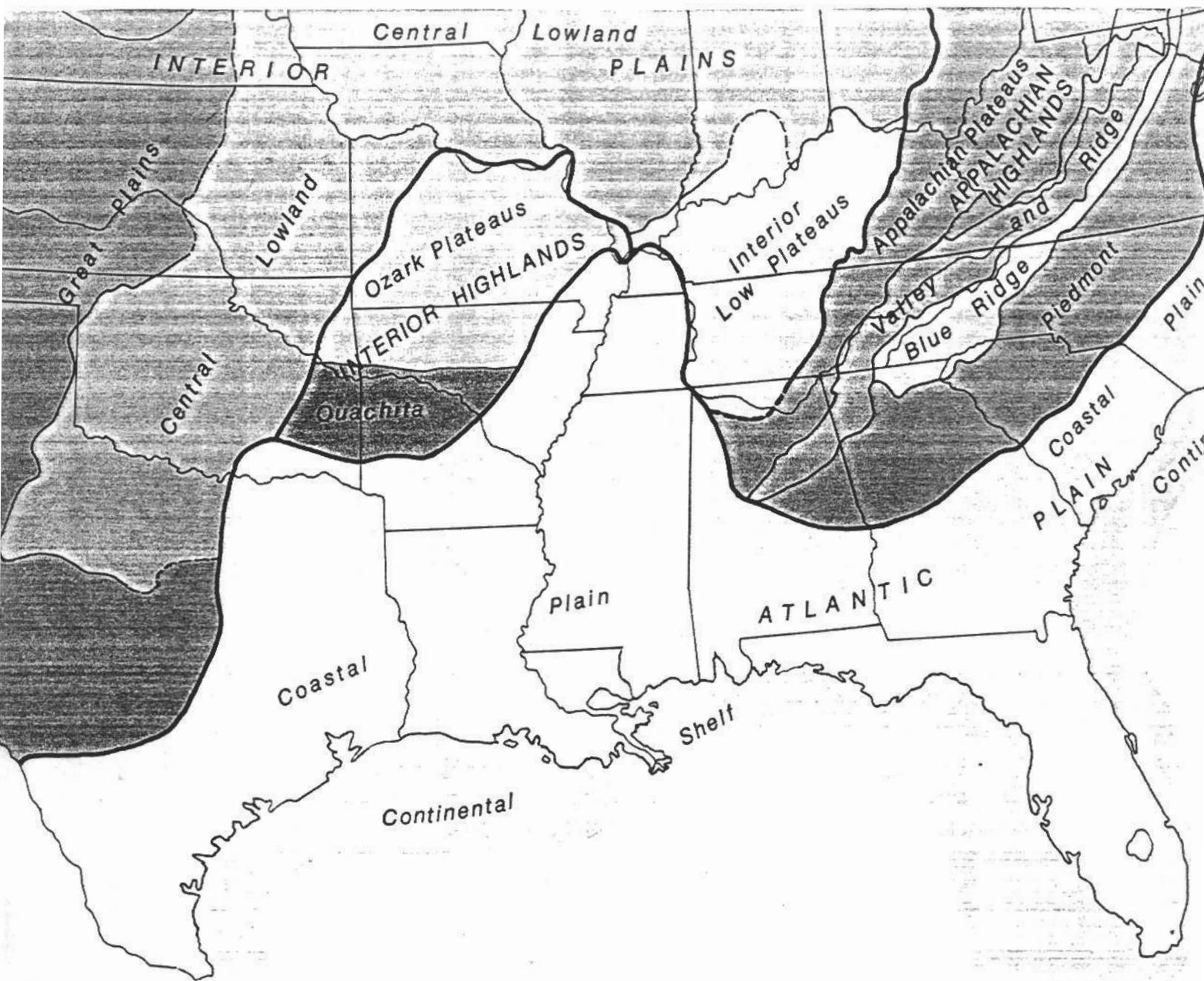


Figura N° 10 – Divisiones físicas del sudeste de Estados Unidos (USDA, 1969)

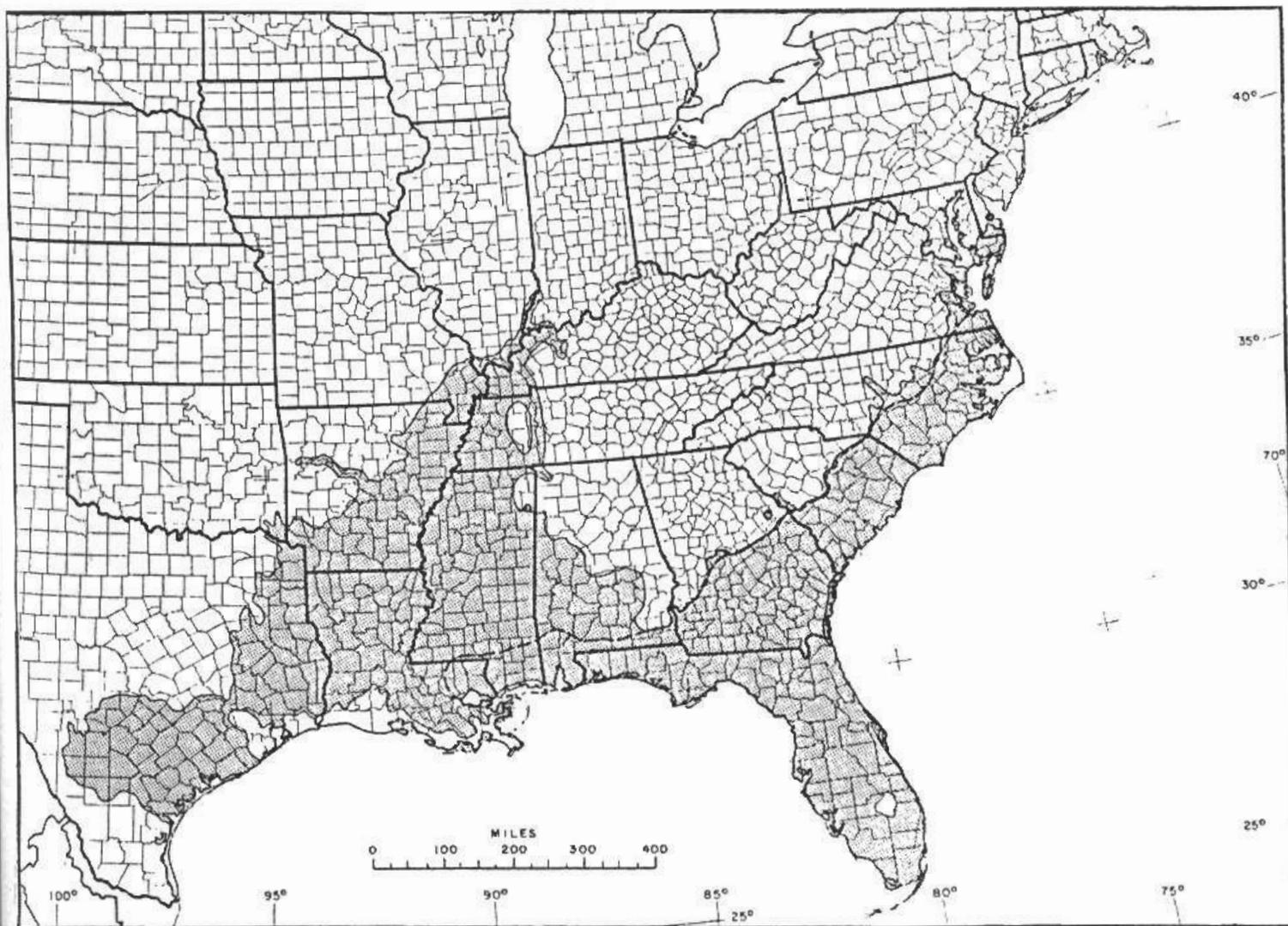


Figura N° 9 – Distribución natural de *Taxodium distichum* (L.) Rich. y *Taxodium distichum* var. *nutans* (Ait.) (USDA, 1969)

Taxodium distichum (L.) Rich. _____ *Taxodium distichum* var. *nutans* (Ait.) _____

Taxodium distichum var. *nutans* (Ait.) Sweet se encuentra desde el sudeste de Virginia hasta el sudeste de Louisiana (Debazac, 1964; USDA, 1965) (Figura N° 9). Esta variedad se encuentra confinada a zonas anegadas de escasa profundidad y áreas húmedas de la Planicie Costera. Raramente se la encuentra en las planicies inundables de ríos (USDA, 1965; Ewel *et al.*, 1984).

Record *et al.* (1943) citan a *Taxodium mucronatum* Ten. (1853) como ampliamente distribuido en Méjico, extendiéndose hacia el sur a Guatemala y hacia el norte hasta la zona central sur de Texas. Se lo encuentra en las márgenes de ríos desde 1400 a 2300 m de altitud (Figura N° 10).

Parodi (1959) menciona a *Taxodium ascendens* Brongn. como originario de América del Norte. Es nativo de Alabama, Virginia y Florida donde crece en sitios pantanosos (Dallimore *et al.*, 1974).

4. Ecología

a. Edafología

Taxodium distichum (L.) Rich. se restringe a suelos muy húmedos, orgánicos, arcillosos o arenosos finos, donde la humedad es abundante y permanente. No crece en suelos secos, pobres y arenosos (USDA, 1965).

Prospera en suelos con abundancia de limos y humedad permanente (Cipolatti, 1991).

Los bordes de corrientes de agua, bañados, terrenos anegadizos, etc. son los lugares que más le convienen para su buen desarrollo (Cussac *et al.*, 1943).

A pesar de que los mejores crecimientos se dan en suelos profundos, húmedos, arenosos finos y con moderado drenaje, es raro encontrarlos en estos sitios posiblemente por la competencia de otras especies de madera dura (USDA, 1965, 1972).

Se desarrolla bien en terrenos algo secos, mientras no sean muy compactos (Cipolatti, 1991).

Aparentemente, la reacción del suelo no condiciona su existencia, ya que se desarrolla tanto en suelos ácidos como alcalinos (USDA, 1965).

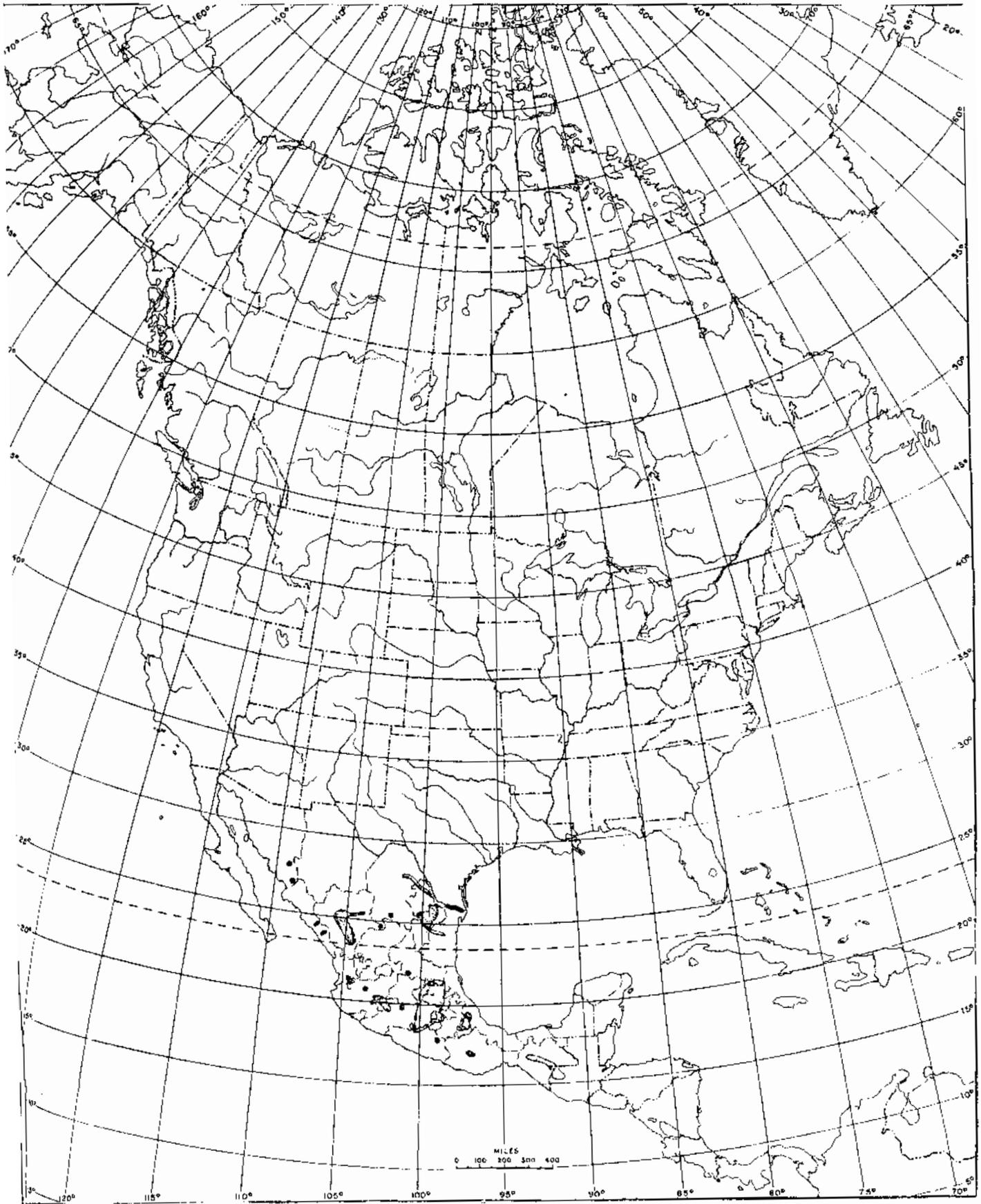


Figura N° 10 – Distribución natural de *Taxodium mucronatum* Ten. (Atlas of United States trees)

b. Topografía

Más del 90% de los rodales naturales de *Taxodium distichum* (L.) Rich. se encuentran en zonas de topografía plana o casi, con altitudes menores a 30 m sobre el nivel del mar (USDA, 1965).

Se han encontrado rodales en el valle del Mississippi a 150 m de altitud. En el Edwards Plateau de Texas se han identificado unos pocos rodales aislados bordeando “pozos” (deep hollows) a 300 y 500 m de altitud (USDA, 1965).

Taxodium mucronatum Ten., ha sido reportado en Méjico creciendo hasta los 2500 m de altitud (Debazac, 1964).

c. Clima

El ciprés calvo crece bajo una considerable variedad de condiciones climáticas, pero alcanza su máximo desarrollo bajo clima templado húmedo del sur de Estados Unidos (USDA, 1965).

Árboles plantados tan al norte como en Massachusetts y Michigan demuestran que esta especie puede vivir en sitios con -3°C (USDA, 1965).

Cussac *et al.* (1943) citan que *Taxodium distichum* (L.) Rich. resiste muy bien los fríos y heladas en el sur del Uruguay.

Esta especie soporta los fuertes calores (Cipolatti, 1991).

En su área de distribución natural se registra una precipitación media anual que oscila entre 762-1778 mm (Anexo 2). La distribución estacional durante el período de crecimiento se detallan en el Cuadro N° 7.

Cuadro N° 7 - Distribución estacional de la precipitación durante el período de crecimiento en el área de distribución natural de *Taxodium distichum* (L.) Rich.

MESES	Precipitación media (mm)
Setiembre- Noviembre	203.2 - 457.0
Diciembre- Febrero	203.2 - 660.0
Marzo- Mayo	203.2 - 508.0

Fuente: Elaboración propia en base al Climatic Atlas of the United States Environmental, Data Service, Environmental Science Services Administration, U.S. Department of Commerce, 1968. Basado en el período 1931- 1960. Adaptado para el hemisferio sur.

La evapotranspiración potencial media anual registrada para la zona de origen varía entre 570 y 1282 mm, mientras que el déficit hídrico medio anual oscila entre 25.4 y 203.2 mm (Carter *et al.*, 1958).

Es una especie muy resistente a la sequía (Cipolatti, 1991).

La temperatura media del mes más cálido (enero) es 21.1- 29.4 °C, registrándose temperaturas medias máximas entre 26.7 y 35.0 °C y temperaturas medias mínimas entre 12.8 y 23.9 °C (Climatic Atlas of the United States, U.S. Department of Commerce, 1968. Período comprendido entre 1931-1960) (Anexo 3).

La temperatura media del mes más frío (julio) varía entre -1.1 y 21.1 °C, con temperaturas medias máximas entre 4.4 y 23.9 °C y temperaturas medias mínimas entre -6.7 y 18.3 °C (Climatic Atlas of the United States, U.S. Department of Commerce, 1968. Período comprendido entre 1931-1960) (Anexo 4).

La duración promedio del período libre de heladas en el lugar de origen oscila entre 330 y 150 días (Climatic Atlas of the United States, U.S. Department of Commerce, 1968. Período comprendido entre 1931-1960) (Anexo 6).

d. Especies asociadas

USDA (1965) cita a *Taxodium distichum* (L.) Rich. asociado en las planicies aluviales a *Nyssa aquatica* L. y en los pantanos y estuarios de la Planicie Costera a *Nyssa spp.* L. Otras especies comúnmente asociadas son: *Taxodium distichum* var. *mutans* (Ait.) Sweet, *Salix nigra* L., *Populus heterophylla* L., *Acer rubrum* L., *Chamaecyparis thyoides* (Britt.), Sterne y Pagg, *Ulmus americana* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh, *Fraxinus profunda* [Bush] Bush, *Gleditsia aquatica* Marsh,

Quercus lyrata Walt., *Carya aquatica* (Michx. f.) Nutt. En sitios menos húmedos se asocia a *Liquidambar styraciflua* L., *Quercus nuttallii*, *Quercus laurifolia* Michx., *Magnolia virginiana* L., *Pinus taeda* L., *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm., *Pinus elliottii* var. *densa* Little et Dor y *Pinus serotina* Michaux.

5. Fisiología y reproducción de *Taxodium distichum* (L.) Rich.

Las yemas florales aparecen en el hemisferio norte a fines de diciembre y enero, desarrollándose los conos en el primer año. A partir de los meses de setiembre - octubre, los conos comienzan a madurar, alcanzando este estado a fines de octubre - noviembre (USDA, 1965).

Los individuos de este género se caracterizan por ser veceros en su producción de semillas, produciéndose picos de abundante producción cada tres años (USDA, 1965). La producción de semillas es anual, pero las buenas cosechas se dan cada tres años (USDA, 1972).

Los conos cuentan con 18 a 30 semillas, las que maduran de abril a junio. El cono puede caer al suelo entero o desarmarse previamente en el árbol. Tiene resina pegajosa, de color rojo, ocluida en bolsas. La misma actúa como repelente para pájaros y roedores, impidiendo la ingestión de las semillas (USDA, 1972).

En promedio se generan 11.000 semillas por kilogramo (USDA, 1965). El peso de 1.000 semillas es de aproximadamente 90 gramos (Debazac, 1964).

La dispersión por el viento no ocurre, por ser las semillas relativamente grandes. El método más importante de diseminación es por cursos de agua, a través de ríos y arroyos (USDA, 1972).

En condiciones de anegamiento las mejores germinaciones se dan generalmente en sitios con musgo (*sphagnum* moss), o con materia orgánica (humus o turba). El mayor requerimiento para la germinación es un abundante aporte de humedad por un período de uno a tres meses luego del período de dispersión de la semilla (USDA, 1972).

La reproducción en vivero se realiza por semillas, las cuales se cosechan del suelo en otoño. El fruto cuenta con semillas y escamas leñosas que se siembran conjuntamente ya que es difícil diferenciarlas. Las semillas deben ser sembradas de inmediato o estratificarse en arena, por perder rápidamente su poder germinativo (Lemes, com. pers., 1995). La germinación de las semillas oscila entre 9% y 87%, estando la media comprendida entre 40 y 60% (USDA, 1972).

Las semillas deben cosecharse de árboles adultos, pues las procedentes de árboles jóvenes son infértiles. La siembra se realiza a la intemperie a fines de invierno o en primavera (Cussac *et al.*, 1943).

La multiplicación mediante semillas se realiza fácilmente, siendo una especie rústica en su cultivo, pero exigente en tierras bajas y húmedas (Cussac *et al.*, 1943; Lombardo, 1979).

Aunque se extiende en regiones donde los inviernos son muy severos, en el extremo norte del área de distribución la proporción de semillas que maduran es baja (USDA, 1965).

Las semillas se siembran en almácigos, a 1 cm de profundidad, al voleo o en líneas separadas a 0.60 -1.0 m (Cipolatti, 1991).

Los almácigos se deben cubrir cuando el asoleamiento es intenso de modo de prevenir el quemado de los plántines. El riego debe ser abundante y frecuente (Lemes, com. pers., 1995).

Los plántines permanecen en almácigos hasta el invierno, luego se llevan a vivero a raíz desnuda. Allí se dejan el tiempo necesario (2-3 años) según el destino. También se pueden llevar del almácigo a envases, cuando las plantitas tienen de 10-12 cm, donde permanecen hasta el momento de la plantación (otoño a primavera del segundo año) (Cussac *et al.*, 1943).

El plántin con 1 a 2 años de edad, cuando pierde sus hojas, se lleva a plantación definitiva o se envasa. En un año alcanza los 0.40-0.50 m de altura (Cipolatti, 1991).

Si se desea un ejemplar de mayor tamaño se lo puede enviverar a media sombra (Lemes, com. pers., 1995). El trasplante se realiza previo a la brotación, dejando una distancia de 0.3 a 0.4 m en la línea (Cipolatti, 1991).

La extracción de árboles para uso ornamental, con una altura mayor a 2-2.5 m, debe hacerse con terrón para no dañar la raíz pivotante (Lemes, com. pers., 1995).

El ciprés calvo presenta una raíz principal poderosa y profunda, la que luego se ramifica dando numerosas raíces (Cussac *et al.*, 1943). La misma es gruesa (pivotante), dificultando su trasplante. La producción en contenedores aminora los problemas de trasplante, pero produce raíces espiraladas y enredadas en las paredes del contenedor (Arnold *et al.*, 1993).

La poda de raíces es frecuentemente necesaria en el trasplante para corregir la deformación radicular de árboles producidos en contenedores (Harris, 1992, citado por Ruter, 1994).

En un ensayo realizado en Estados Unidos (Arnold *et al.*, 1993), se evaluó el efecto de la adición de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ en la distribución radicular y la toma de nutrientes de plantines con menos de un año de edad. Se utilizaron contenedores de polietileno negro de 3.2 y 15 litros de capacidad, que fueron pintados en su cara interior con pintura sintética mezclada con 100 g de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ por litro. Se fertilizó con 18 N- 3.1 P- 8.3 K -1 Fe. Los resultados se compararon con testigos sin tratar, obteniéndose en los contenedores tratados:

- plantines de mayor altura
- mayor diámetro de tallo medido 5 cm por encima del suelo
- mayor contenido de materia seca foliar, materia seca del tallo y materia seca total
- aumento de la materia seca radicular
- mayor número de raíces laterales
- menos raíces espiraladas y entrelazadas.

Ensayos posteriores se realizaron para evaluar la respuesta en crecimiento de especies con raíces vigorosas (incluyendo *Taxodium distichum* (L.) Rich.), en envases de 10.8 litros. El 50% de los contenedores fueron pintados con $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y 100 gr de pintura latex por litro. Se demostró que la altura final de los plantines se redujo en los contenedores tratados. El diámetro del tallo medido 15 cm por encima de la línea del suelo no fue afectado, pero la cobertura radicular disminuyó. Aunque el espiralamiento radicular se redujo en los contenedores tratados, ocurrió espiralamiento en la parte basal del envase. El menor crecimiento en altura provocado por el $\text{Cu}(\text{OH})_2$, en esta especie de rápido crecimiento, podría considerarse beneficioso en caso que el envase utilizado no sea proporcional con el crecimiento del plantín (Ruter, 1994).

Nash *et al.* (1993) realizaron un ensayo con el fin de evaluar el efecto de la disponibilidad hídrica en el crecimiento y desarrollo de plantines de ciprés calvo con un año de edad. Para ello determinaron la tasa de asimilación neta (NAR) y la tasa relativa de crecimiento (RGR) utilizando plantas en contenedores de 8000 cm^3 expuestas por 118 días a cada uno de los tratamientos. Como muestra el Cuadro N° 8, ambas eran máximas cuando el contenido hídrico correspondía a capacidad de campo, no habiendo diferencia significativa en condiciones de sequía moderada. Estos índices disminuyeron significativamente bajo condiciones de sequía severa e inundaciones prolongadas.

Cuadro N° 8 - Tasa de asimilación neta (NAR) y la tasa relativa de crecimiento (RGR) en plantines de *Taxodium distichum* (L.) Rich.

Tratamientos	Inundación	Capacidad de campo	Sequía moderada	Sequía severa
NAR(mg/cm ² /día)	0.10 c	0.70 a	0.60 a	0.45 b
RGR(mg/mg/día)	0.005 c	0.037 a	0.030 a	0.020 b

Fuente: Elaboración propia en base a gráficos presentados por Nash *et al.*, 1993.

Es posible propagar a los individuos de *T. distichum* (L.) Rich. mediante esquejes en sustrato saturado de agua (Lanzara *et al.*, 1979).

La reproducción de *Taxodium mucronatum* Ten. se realiza también por semilla (Parodi, 1959).

Taxodium ascendens Brongn. puede ser reproducido tanto por semilla como por injerto (Parodi, 1959).

6. Tratamientos silviculturales

a. Métodos de repoblación natural

La relativa tolerancia del ciprés calvo no ha sido bien definida pero se la cita como una especie muy intolerante, intermedia y tolerante, siendo la clasificación intermedia la que se ajusta a la mayoría de las situaciones. A pesar de que las semillas germinan en lugares muy sombreados, los rodales más exitosos comienzan en claros y no bajo canopies densos (USDA, 1965).

La semilla puede estar cubierta por agua durante un período de treinta meses y mantener su poder germinativo. La germinación ocurre cuando el agua se retira. En suelos mejor drenados generalmente falla la germinación debido a la ausencia de una cubierta de agua sobre la semilla (USDA, 1972).

La distribución natural del ciprés calvo está determinada por la satisfacción de los requerimientos de humedad en las primeras etapas de desarrollo. Para un exitoso establecimiento de los plantines, la germinación de la semilla debe darse luego del retroceso del agua y los plantines deben crecer en la primera estación de crecimiento a una altura tal que no queden cubiertos con la siguiente inundación. Los plantines

alcanzan alturas de 20-25 cm en la primera estación de crecimiento y de 40-51 cm en la segunda (USDA, 1972).

Los tocones de árboles jóvenes tienen buena capacidad de rebrote, árboles de diámetros entre 25-35 cm y de hasta 60 años son capaces de emitir rebrotes vigorosos. Cepas de árboles de hasta 200 años de edad son capaces de rebrotar, pero sus brotes no son tan vigorosos y son susceptibles a daño por viento, a medida que la cepa es de mayor edad (USDA, 1965).

Los árboles son anillados 6 meses a un año antes de la tala, con el fin de disminuir su peso para favorecer la flotación; en este caso las cepas no rebrotan (USDA, 1965).

b. Métodos de repoblación artificial

La plantación definitiva conviene hacerla con pan de tierra. Se planta de preferencia en montes puros, con distancias iniciales de 2.5 a 3.0 m, realizando a medida que el crecimiento lo exige los raleos necesarios. Puede mezclarse con otras especies que admiten los mismos suelos y de más rápida evolución, especies económicas de turno corto (como los sauces), que se eliminan a medida que los cipreses necesitan espacio (Cussac *et al.*, 1943).

Cipolatti (1991) recomienda una distancia de plantación de 2.5 x 2.5 m para provocar un pronto desrame natural y obtener buena madera. Rodales con buena densidad de árboles, se caracterizan por presentar un tronco limpio y escasa copa, debido a la poda natural de sus ramas. Los de menor densidad son caracterizados por formas cónicas, con menores alturas y más ramas (USDA, 1965).

Es conveniente plantar sauces junto con los cipreses para evitar el quemado de los plantines. El sauce crece más rápido, brindando la sombra necesaria, pero debe ser apeado cuando el ciprés alcanza una altura promedio de 2 m (Botassí, com. pers., 1995).

c. Cortas intermedias

Cussac *et al.* (1943) lo describen como una especie exigente en luz.

Los rodales de ciprés calvo estancan su crecimiento, debido a que los árboles individuales no expresan su dominancia cuando ocurre cerramiento de copas. Una vez levantada esta limitante, se produce una respuesta favorable, con un rápido crecimiento (USDA, 1965).

d. Cosecha

Los árboles cosechados presentan edades entre 100 y 450 años, con diámetros de 30 a 76 cm (USDA, 1972).

Al momento de cosecha en Estados Unidos se seleccionan árboles de 30 m de altura y 0.9 a 1.52 m de diámetro, con edades de 500 años (Record *et al.*, 1943).

7. Crecimiento

El ciprés calvo es una especie rústica, con un crecimiento más bien rápido (Cipolatti, 1991).

Son árboles notorios por su longevidad y grandes tamaños alcanzados. Popularmente se considera que son árboles de lento crecimiento, lo cual puede no ser correcto si se tiene en cuenta que la aparición de falsos anillos de crecimiento es sumamente común, lo que genera una sobreestimación de la edad. En un estudio realizado se llegó a una sobreestimación promedio de 1.6 veces la edad real (USDA, 1965).

En su lugar de origen, los individuos aparentemente presentan buenos crecimientos tanto cuando desarrollan o no neumatóforos (USDA, 1965).

En sitios comunes los árboles maduros presentan un DAP de 0.91 a 1.52 m y una altura de 31 a 37 m. Los mayores árboles registran un DAP de 2.13 a 2.44 m con un máximo de 3.66 m y alturas máximas de 43 a 46 m, habiéndose detenido el crecimiento en altura antes que el crecimiento en diámetro (USDA, 1965).

Record *et al.* (1943) mencionan para rodales de 2000 años, una altura máxima de 46 m con diámetro de tronco de 3.7 m.

Existen buenas evidencias de que en sitios similares a lo largo de toda el área de dispersión, los crecimientos en diámetro son prácticamente los mismos (USDA, 1965).

Según Phillips (1985) en su área de origen natural alcanza hasta 45 m de altura.

Es común ver en rodales nativos árboles de 400 a 600 años de edad; en la década del sesenta se reportó un individuo en Tennessee (Tennessee Titan) de 1300 años de edad, 12 m de circunferencia y 37 m de altura (USDA, 1965).

En los mejores sitios del sur de Estados Unidos a principios de 1900 los rendimientos promedios de rodales vírgenes fueron de 8.000 a 14.000 pies madereros por acre (3.200 a 5.600 pm/ha). Los máximos rendimientos en los mejores sitios oscilan entre 50.000 y 60.000 pies madereros por acre (20.200 a 24.200 pm/ha) (USDA, 1965).

En los años 1953-54 se realizó un inventario forestal en Louisiana donde se determinó el incremento en diámetro por período de 10 años. A continuación se presentan los datos agrupados por clase diamétrica:

Cuadro N° 9 - Valores de incremento diamétricos de *Taxodium distichum* (L.) Rich. para un período de 10 años

DAP		Incremento diamétrico (cada 10 años)	
Pulgadas	Centímetros	Pulgadas	Centímetros
6-12	15.24-30.48	1.8	4.57
14-18	35.56-45.72	2.1	5.33
20-28	50.8-71.12	2.0	5.08

Fuente: Elaboración propia en base a USDA, 1965.

Para rodales de segundo crecimiento en Maryland con edades entre 60 y 100 años, se han reportado incrementos en diámetro de aproximadamente 2" por período de 10 años. Esta información se presenta a continuación:

Cuadro N° 10 – DAP medio y altura total media para rodales de *Taxodium distichum* (L.) Rich de segundo crecimiento en Maryland

Edad (años)	DAP medio		Altura total media	
	Pulgadas	Centímetros	Pies	Metros
10	1.1	2.79	11	3.35
20	3.5	8.89	22	6.70
30	6.2	15.75	33	10.06
40	8.7	22.10	46	14.02
50	11.1	28.19	60	18.29
60	13.3	33.78	72	21.95
70	15.3	38.86	81	24.69
80	17.3	43.94	88	26.82
90	19.3	49.02	95	28.96
100	21.3	54.10	101	30.78

Fuente: Elaboración propia en base a USDA, 1965.

Los crecimientos en altura en rodales de segundo crecimiento de Maryland en los primeros 100 años promedian en 1 pie por año. En los siguientes 100 años la tasa de crecimiento disminuye hasta alcanzar la máxima altura (USDA, 1965).

Los mejores crecimientos ocurren en lugares con buena luminosidad pero los cipreses son capaces de soportar sombreamiento parcial y aún tener crecimientos continuos pero menores (USDA, 1965).

En nuestro país ha demostrado tener un crecimiento bastante rápido (Cussac *et al.*, 1943).

Taxodium mucronatum Ten. es también una especie sumamente longeva, existiendo en su país de origen ejemplares de unos 12 m de diámetro de tronco, cuya edad se calcula en unos 4.000-5.000 años (Parodi, 1959). El individuo más alto reportado en Méjico es el famoso árbol de Santa María del Tule, próximo a la ciudad de Oaxaca, con una altura de 38.6 m y una circunferencia de tronco de 51.8 m (Record *et al.*, 1943). El mismo ejemplar es citado por Debazac (1964) con 33 m de circunferencia.

8. Utilización del género *Taxodium* Rich. en el arbolado urbano de Montevideo

La Intendencia Municipal de Montevideo (Pizzorno, com. pers., 1998) ha utilizado este género en algunas aceras y plazas de la ciudad. Los atributos del género que lo hacen apto para este fin se enumeran a continuación:

- alto valor ornamental
- buen crecimiento
- rusticidad
- ausencia de problemas sanitarios
- sus raíces no levantan las veredas
- follaje caduco.

Prueba de esto es el uso de *Taxodium distichum* (L.) Rich. en las aceras de Malvín y Carrasco, como ser en las calles Lucerna entre San Nicolás y San Marino (5 cuadras de plantación en ambas aceras) y en Millington Drake entre Couture y Av. Italia (3 cuadras de plantación en ambas aceras). Una plantación reciente ha sido realizada en Camino Carrasco entre Zum Felde y Bolivia (Pizzorno, com. pers., 1998).

Según datos del Censo de Arbolado Urbano de la Intendencia Municipal de Montevideo, el número de ejemplares de esta especie en 1962 era de 448 pasando a ser 1523 en 1997.

También son numerosos los espacios públicos y plazas caracterizados por la presencia de esta especie, como ser la Plaza Ecuador (San Marino, Lucerna y Ciudad de París) y la isla sobre el Arroyo Miguelete en el Prado (Pizzorno, com. pers., 1998).

Existen notables ejemplares del género *Taxodium* Rich. en Montevideo, algunos de los cuales han sido declarados Monumento Vegetal por la Junta Departamental de Montevideo (Decreto N° 26.728). Allí se incluyen 29 ejemplares de *Taxodium distichum* (L.) Rich. en el Jardín Botánico, numerosos individuos en las islas del Parque Rodó y *Taxodium mucronatum* Ten. en un predio del Prado en la calle 19 de Abril y Lucas Obes. Estos individuos están particularmente protegidos, no pudiendo ser retirados ni mutilados, salvo previa autorización fundada.

9. Plagas y enfermedades de *T. distichum* (L.) Rich.

La única afección severa a la que están sujetos los individuos de la especie en su lugar de origen, es un ataque fúngico que provoca un daño en forma de galerías o túneles en la madera cuando los individuos alcanzan aproximadamente 200 años. Se estima que 1/3 de los árboles están infectados mientras que 10 % de la madera manufacturada está más o menos dañada o “pecky” (Record *et al.*, 1943).

Esta enfermedad fúngica es causada por *Stereum taxodii* (“peckiness” o “pecky cypress”), el que provoca podredumbre marrón del duramen en forma de bolsas. Frecuentemente penetra por la copa y desciende lentamente en la madera hacia la base del árbol (USDA, 1965).

El duramen de los árboles vivos de *T. distichum* (L.) Rich., especialmente los maduros, es susceptible al ataque de este hongo. Uno de los síntomas que evidencia la enfermedad, es la presencia de bolsas del tamaño de un dedo en la madera atacada (USDA, 1972).

Son muchos los insectos que atacan a *T. distichum* (L.) Rich. en su área de origen, pero ninguno ha sido reportado como causante de mortalidad; *Systema marginalis* (“cypress flea beetle”), el que causa decoloración del follaje; *Anacamptodes pergracilis* (“cypress looper”), defoliador. Otros insectos atacan la madera de árboles debilitados, taladrándola y provocando disminución de la calidad: *Physocnemum andreae* (“cypress bark borer”), *Acmaeodera pulchella* (“flatheaded baldcypress sapwood borer”), *Trachykele lecontei* (“flatheaded baldcypress heartwood borer”) y *Platypus compositus* (“flatfooted ambrosia beetle”), el que ataca al duramen (USDA, 1965).

Bentancour *et al.* (1992) no mencionan la presencia de estos insectos para nuestro país y en el estudio realizado por Ruffinelli (1967) no se incluye al género *Taxodium*.

Las nutrias y los conejos de los bañados estadounidenses dañan los plantines, prefiriendo las primeras las raíces y los segundos las partes aéreas (USDA, 1965).

10. Propiedades de la madera

La madera de ciprés calvo es moderadamente dura, pesada, fuerte y rígida. El duramen tiene propiedades destacadas en cuanto a su durabilidad en condiciones favorables a la pudrición (USDA, 1968); no da gusto, olor ni color a los alimentos (USDA, 1968, 1972). La albura tiene problemas de rajaduras y grietas, no siendo resistente a la podredumbre (USDA, 1968).

Brown *et al.* (1949) afirman que en el mercado americano es una de las maderas que presenta mayor variabilidad en color, peso y durabilidad.

Cussac *et al.* (1943) la describen como una madera de excelente calidad, liviana, marrón rojiza, homogénea, fácil de trabajar y de buena duración en construcciones interiores.

La madera es resistente, algo quebradiza, fácil de trabajar, permitiendo buen pulimento (Facultad de Arquitectura, 1963).

La albura es blanca amarillenta y el duramen amarillo a rosado castaño (Facultad de Arquitectura, 1963). En su zona de origen, el color del duramen varía de oscuro en el golfo y la región Sur Atlántica a más claro al subir hacia el norte, en dirección al Mississippi y costa Atlántica. A su vez en cada localidad ocurre una amplia variación en color, siendo usualmente uno el color predominante (Record *et al.*, 1943).

La madera es algo aceitosa al tacto, comúnmente con olor rancio cuando recién cortada. El duramen es muy variable en color desde amarillo claro a marrón claro u oscuro, rojizo amarronada a casi negro (Brown *et al.*, 1949).

Los anillos anuales de crecimiento y una marcada irregularidad del crecimiento, le dan a la madera un valioso efecto granular que la hace apreciada para terminaciones de interior (Record *et al.*, 1943). El grano es derecho y vetado, bien demarcado (Facultad de Arquitectura, 1963).

En densidad y dureza el ciprés calvo se encuentra a mitad de camino entre los pinos blancos (white pines) y los pinos duros (hard yellow pines) (Record *et al.*, 1943).

El peso específico secado al aire varía entre 0.35-0.60, con un valor promedio de 0.45. El peso es de 22 a 37 (promedio 28) libras/pie cúbico. Como regla general los árboles creciendo en bañados y pantanos con suelos ácidos producen madera considerablemente más pesada que aquellos de frescos y activos cursos de agua. La madera de raíces largas, costillas y zona basal del fuste es poco densa (peso específico 0.19) y muy liviana (10 libras / pie cúbico) (Record *et al.*, 1943).

La reputación de la resistencia natural de la madera a la podredumbre se aplica solamente al duramen, el que contiene sustancias tóxicas que la protegen. Es por este criterio que es considerada moderadamente resistente a la pudrición. Se vio que la madera procedente de árboles tallares contiene una relativamente alta proporción de albura, por lo que la resistencia a la pudrición es menor (USDA, 1972).

Requiere más cuidado y tiempo de secado que otras coníferas. También puede ser secada despacio a la intemperie (USDA, 1972). El estacionamiento debe ser cuidadoso y prolongado (Facultad de Arquitectura, 1963).

Tiene buena adherencia a colas, barnices y pinturas, lo que permite una buena terminación superficial (Cipolatti, 1991).

Su fibra es larga, de muy buena calidad, apta para la producción de papel (Cipolatti, 1991).

11. Usos

Es una madera fácil de trabajar, se debe tener cuidado en su estacionamiento y en la aplicación de productos de cobertura. Es apta para aquellas construcciones expuestas al clima o en contacto con humedad (Record *et al.*, 1943).

Es posible hacer con esta madera excelentes lambrices y pilares (siding). Es ventajosa para techos por no impartir sabor. Es bueno su uso para columnas en pórtigos y puertas ya que mantiene su forma, la pintura no se sale y es bastante duradera. Es así mismo utilizada para pisos de porches, escalones, cornisas, puertas, barandas, persianas exteriores, marcos, construcción de invernáculos y cocinas (Record *et al.*, 1943).

El duramen de ciprés calvo se utiliza extensivamente en construcciones edilicias, especialmente en situaciones de contacto continuo con el agua en las que se requiere resistencia a la podredumbre. Es utilizado en depósitos, astilleros, asientos de estadios, torres de enfriamiento, puertas, ventanas, viviendas, cofres, paneles, ataúdes, diferentes tipos de contenedores, cajas, botes de madera, cercas, postes de alambrados y puentes (USDA, 1968).

Es la madera preferida internacionalmente para la construcción de invernáculos donde está sujeta a frecuentes cambios de humedad y temperatura (Cipolatti, 1991; Facultad de Arquitectura, 1963).

El grano de la madera es muy atractivo y al menos la mitad de la madera de alta calidad manufacturada es usada para paneles y puertas (Record *et al.*, 1943).

La madera “pecky” es normalmente usada en productos donde la durabilidad más que la apariencia son requeridos. Una excepción es en paneles para paredes donde brinda un efecto arquitectónico interesante (Record *et al.*, 1943).

La madera de raíces largas, costillas y parte basal del tronco es usada en el país de origen como sustituto del corcho para hacer pequeños artículos de flotación (Record *et al.*, 1943).

Es de destacar el alto valor ornamental del ciprés calvo por su porte general y la variación anual de follaje (Facultad de Arquitectura, 1963; Cipolatti, 1991). Es también una especie utilizada para fijar eficazmente las márgenes de lagunas, ríos y arroyos, así como para aprovechar bajos inundables (Cipolatti, 1991).

Por su rusticidad, rápido crecimiento, buena sanidad y follaje caduco se utiliza en el ornato público (Pizzorno, com. pers., 1998).

12. Mercados y precios

En Uruguay se comercializa madera nacional de ciprés calvo en las barracas madereras, aunque en volúmenes pequeños. Es posible adquirir tablas de 2.40 m de largo a 0.7 US\$/pie maderero, siendo la oferta muy variable (Di Brana, com. pers., 1997).

Carpinteros consultados la consideran fácil de trabajar, de buena resistencia y apariencia, destacándose la presencia de los pequeños nudos vivos. La han utilizado en la elaboración de muebles, mobiliario para cocina y en torres de enfriamiento de agua.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del presente trabajo se cumplieron una serie de pasos metodológicos, con el fin de identificar, describir y analizar los rodales de las especies en estudio.

A continuación se detallan, en forma ordenada, las etapas llevadas a cabo de modo de cumplir con los objetivos planteados.

a- Identificación de los rodales a estudiar: la identificación de los casos fue hecha a través de:

- entrevistas personales con informantes vinculados al tema
- revisiones bibliográficas en diversas instituciones (Facultad de Agronomía, División Forestal -Ex Dirección Forestal- e Instituto Nacional de Colonización)
- por información personal de los autores del trabajo, ya sea por previo conocimiento o por contactos durante la realización del mismo.

Buscando como objetivo que los rodales estudiados fueran representativos de una situación de producción comercial, se realizó una selección en base a los siguientes aspectos:

- superficie mínima de una hectárea o menor en algunas situaciones
- distanciamiento de plantación regular, no para uso ornamental
- monte puro.

En total se identificaron 3 predios con rodales de *Quercus robur* L. y 7 de *Taxodium distichum* (L.) Rich., distribuidos a lo largo del país.

Cabe aclarar que se incluyeron a modo de referencia, observaciones de individuos aislados o plantados con fines ornamentales, pero cuyo desarrollo amerita ser registrado.

b- Elaboración de las planillas de campo: en base al formulario- encuesta elaborado por Casella *et al.* (1993), se confeccionó una ficha introductoria para registrar a campo los datos del rodal y del sitio (Anexo 6). La ficha se elaboró tratando de incluir toda la información relevante, con la mayor claridad posible, de modo de poder ser utilizada en posteriores análisis.

c- Trabajo de campo: se visitaron junto con el Director de tesis los rodales previamente seleccionados, recabándose en cada uno la información detallada en la ficha. Las mediciones dasométricas se realizaron de dos maneras:

- a- utilizando muestreo aleatorio simple en parcelas rectangulares de 20 m x 50 m y de 25 m x 50 m, con una intensidad de muestreo del 9%.

b- seleccionando parcelas que incluyeran cuatro árboles representativos del rodal (Sganga, com. pers., 1998).

Éstos métodos se aplicaron en forma separada, de acuerdo al tiempo con que se contaba para la mensura de cada rodal. De acuerdo con lo manifestado por Sganga (com. pers., 1998), ambos métodos son efectivos para alcanzar los objetivos planteados en esta tesis.

De cada uno de los árboles contenidos dentro de la parcela se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.30 m de altura) con forcípula o cinta diamétrica. En las mediciones realizadas con forcípula se tomaron 2 medidas perpendiculares entre sí. Con ambas lecturas se calculó la media aritmética.

Las mediciones de altura total se realizaron con Relascopio de Bitterlich, registrando en el muestreo a la altura total del árbol promedio representativo de cada clase diamétrica (árbol marca de clase) y en el muestreo b el valor de la altura total de los 4 árboles. Así mismo se midió la altura comercial, considerándose como diámetro límite 15 cm.

En el centro de cada parcela se realizó una perforación con taladro holandés de modo de observar el perfil del suelo, determinándose textura, color y profundidad de cada horizonte identificado, así como también presencia o ausencia de concreciones y moteados. * Otros datos del sitio relevados son posición topográfica, pendiente, vegetación asociada, tapiz vegetal, erosión y rocosidad.

El distanciamiento entre árboles, diseño de plantación, la existencia de árboles suprimidos y destacados, la fructificación y regeneración natural fueron otros parámetros estudiados del rodal.

Los árboles fueron analizados a través de su conformación, teniéndose en cuenta la rectitud del fuste, tamaño, abundancia y ángulo de inserción de las ramas, dimensiones de la copa y presencia de alerones o costillas en la base del fuste.

La sanidad de los árboles fue asimismo considerada, observándose la presencia de agentes patogénicos (insectos y hongos) así como síntomas de posibles enfermedades de origen biótico o abiótico.

Cuando fue posible se obtuvo la información referida a la historia de chacra, origen de las semillas, plantación y manejos silviculturales (podas y raleos).

d- Procesamiento de los datos: con la información recabada se realizaron las descripciones de cada caso, agrupándose según el género referido. Posteriormente se

realizó para cada género un análisis de las condiciones del sitio y el desarrollo asociado a las mismas, comparándolo con los registros bibliográficos extranjeros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan cada uno de los rodales identificados, detallando la información correspondiente recabada a campo y datos aportados por propietarios, técnicos o encargados.

La información variará de acuerdo al acceso que se tuvo a la misma para cada caso, la disponibilidad de tiempo y la posibilidad de realizar análisis de suelos entre otros.

Los rodales que se describen son aquellos identificados mediante la búsqueda personal realizada, pudiendo existir otros que por motivos de tiempo o falta de información quedaron fuera de esta tesis.

B. ESTUDIO DE CASOS DE *Quercus robur* L.

1. Caso nº1

Se trata de un rodal perteneciente al Instituto Nacional de Colonización ubicado en el Departamento de Paysandú, Colonia Dr. H. Ros de Oger, sito al oeste de la Ruta 3 Km 435 ½ en la 11ª Sección Judicial. La visita al mismo fue realizada el 6 de junio de 1998.

El rodal ocupa una superficie de aproximadamente 4 ha. Según la Carta Geológica del Uruguay a escala 1:1.000.000 (Bossi *et al.*, 1975) Estos suelos fueron originados a partir de material geológico del Cretácico Superior (Formación Ascencio, Mercedes o Guichón).

Se encuentra en una ladera baja que presenta una pendiente de 1,5 % con evidencia de arrastre de suelo y restos vegetales desde zonas más altas. No se observaron afloramientos rocosos.

Según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay a escala 1:1.000.000 (M.G.A.P., 1976) este rodal se encuentra sobre la Unidad Algorta, la que tiene como suelos dominantes Argisoles Dúricos Ócricos Abrúpticos (Típicos) y Planosoles Dúricos Ócricos (Melánicos).

El perfil edáfico encontrado en este sitio se describe a continuación: presenta un horizonte A de 40 cm de profundidad con textura franca a franca-arenosa, con colores oscuros y desarrollo de raíces. A los 40 cm ocurre un cambio de color, apareciendo tonos claros, arena con mayor contenido de humedad, concreciones oscuras, mayor contenido de arcilla y muy escasas raíces. A partir de los 70 cm de profundidad el contenido de arcilla aumenta de manera importante, aparecen concreciones grandes y no hay ocurrencia de raíces. A los 85 cm de profundidad aparece un horizonte muy pesado de textura arcillosa con presencia de arena gruesa y gravilla, colores grises y moteados de color ocre-anaranjado-pardo. Es un suelo texturalmente bien diferenciado. De acuerdo a la descripción presentada es posible clasificarlo como un suelo del Orden Saturado Lixiviado y de tipo Argisol o Planosol.

Este rodal fue instalado en 1960 con un distanciamiento inicial de 3.0 x 3.0 m. Los plantines provenían del vivero Dr. Ros H. de Oger y se plantaron 4.624. Junto con los robles se instalaron fresnos que murieron en casi su totalidad. No fueron realizadas podas ni raleos. La sanidad de los árboles puede ser catalogada como mala, observándose gran número de ejemplares secos, caídos y con las raíces expuestas originando una pérdida del 50 % de los individuos del rodal (Figura Nº 11). A nivel del fuste se observaron heridas con apariencia de cancro, así como exudados. En las hojas la

existencia de cochinillas y pulgones provoca el desarrollo de fumagina. A nivel radicular se evidencia el desarrollo de podredumbre.

Junto con este rodal no se encuentra vegetación asociada, no existe regeneración a partir de semillas aunque si se observan bellotas en el suelos. El mantillo formado por hojas, ramas y frutos no forma una cubierta continua, existiendo una considerable erosión.

Con el fin de evaluar el desarrollo de los árboles se marcó una parcela cuadrada de 8.15 x 8.15 m (66.4 m²) que incluyó a 4 ejemplares de buen estado y próximos entre si. Los DAP correspondieron a 43.5, 26.7, 35.3 y 31.0 cm y la altura total del ejemplar de 35.3 cm de diámetro correspondió a 16 m.

Los árboles de rodal presentan mala forma forestal, se trata de árboles muy ramosos, con ramas gruesas y cuyo fuste principal se bifurca comúnmente a poca altura.



Figura N° 11 - Aspecto general del rodal de *Q. robur* L. (I.N.C.) donde se observan individuos caídos, secos, inclinados y bifurcados.

Si se analiza la situación en la que se encuentra este rodal, es posible afirmar que su mal estado puede estar determinado por condiciones edáficas no favorables para la especie, que limitan el desarrollo radicular y en consecuencia el anclaje. Las raíces se encuentran mayoritariamente hasta los 40 cm, limitándose su desarrollo a mayor profundidad por la aparición de un horizonte argilúvico. Según Lucot *et al.*(1992) en un suelo con condiciones óptimas para el crecimiento de la especie, el mayor desarrollo radicular ocurre en los primeros 60 cm. Esto manifiesta que la profundidad de exploración radicular en este rodal podría no ser suficiente, lo que provoca un alto número de ejemplares volcados. A los 40 cm el nivel de humedad edáfico es elevado, lo que afecta la respiración y puede llegar a favorecer la aparición de podredumbre radicular que luego se continua en el resto del árbol. La ausencia de manejo, así como la baja densidad actual y la procedencia de la semilla, son las posibles causas que hacen la forma de los individuos no apropiada para la producción de madera aserrable y/o debobinable.

2. Caso n°2

Se trata de un rodal perteneciente a un propietario particular, sito en la 1ª Sección Judicial del Departamento de Cerro Largo, al este de la Ruta 8 Km 383 ½, unos kilómetros antes de la ciudad de Melo. El mismo se visitó el 8 de abril de 1998.

Ocupa una superficie estimada de 10 ha. Según la Carta Geológica del Uruguay (Bossi *et al.*, 1975) estos suelos fueron originados a partir de material geológico del perteneciente a la Formación Tres Islas.

Se encuentra en una zona de pendiente variable entre 5-15%, desarrollándose a lo largo de una ladera alta plana hasta los márgenes de una cañada. El mantillo es abundante y no se evidencia arrastre de suelo. No se observaron afloramientos rocosos (Figura N° 12).



Figura N° 12- Vista general del rodal de *Q. robur* L. (Cerro Largo), observándose fustes rectos y buen desrame natural

De acuerdo a la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (M.G.A.P., 1976) este rodal se encuentra sobre la Unidad Tres Islas, donde los suelos dominantes corresponden a Luvisoles Ócricos (Melánicos) Típicos (Abrúpticos) y los asociados son Brunosoles Subéutricos Típicos, Brunosoles Dístricos Lúvicos y Litosoles Dístricos / Subéutricos Ócricos / Úmbricos.

El perfil edáfico encontrado en este sitio se describe a continuación: un horizonte A de aproximadamente 40 cm de profundidad, de textura arenosa franca, color ocre, con presencia de concreciones oscuras y raíces abundantes. A partir de los 40 cm ocurre un horizonte C de tonos más claros, amarillentos el que se continúa en profundidad. De acuerdo a la información presentada resulta difícil la clasificación de este suelo, pudiendo ser un Inceptisol.

Este rodal fue instalado por siembra directa entre 1960 y 1961, con un distanciamiento inicial de 1.5 x 3.0 m (2222 árb/ha). No fueron realizadas podas ni raleos pero igualmente presenta un buen desrreme natural. La forma forestal puede ser considerada como muy buena dado que los fustes son rectos, cilíndricos, la copa es reducida y alta. La sanidad de los árboles puede ser catalogada como buena, observándose algunos ejemplares con orificios causados por *Platypus sp.* A nivel del fuste no se encontraron heridas ni exudados y el follaje presenta buen estado sanitario.

Como vegetación asociada del rodal se puede encontrar regeneración de monte nativo, identificándose individuos de *Daphnopsis racemosa* Gris. "Envira", *Fagara sp.* "Tembetari", *Citharexylum montevidense* (Spreng.) "Tarumán", *Celtis spinosa* Spreng. "Tala" y *Rapanea laetevirens* Mez. "Canelón". La producción de bellotas es abundante, aunque existe escasa regeneración natural, representada por plantines de no más de un año de edad.

Con el fin de evaluar el desarrollo de los árboles se marcaron dos parcelas ubicadas en la ladera alta; una de ellas (Parcela nº1) con una superficie de 270 m² (45 x 6 m) y la otra (Parcela nº2) con una superficie de 18m² y conformada por 4 individuos. A continuación se presentan los parámetros dasométricos registrados.

Parcela	Superficie	No. de individuos	DAP medio (cm)	Altura total (m)
1	270 m ²	28	19.60	25
2	18 m ²	4	21.65	25

En la parcela nº 2 los valores de diámetro corresponden a 26.8, 18.1, 23.5 y 18.3 cm. La altura total es homogénea, manteniéndose la misma en las diferentes posiciones

topográficas del rodal. En cuanto al DAP de los ejemplares cabe resaltar la homogeneidad de los mismos.

Si se estima la densidad actual de acuerdo al número de individuos ubicados en 270 m², la misma corresponde a 1037 árboles por hectárea. Este valor puede considerarse como aproximado, dado que el porcentaje de superficie muestreada es bajo en relación a la superficie total.

El incremento medio anual volumétrico (IMAv) es de 9.1 m³/ha/año y el IMA diamétrico es de 0.52 cm/año (datos calculados para una edad estimada de 38 años).

Se pudo observar numerosos ejemplares de muy buen diámetro que se encontraban apeados y habían sido abandonados en el monte.

Si se analiza el estado general de este monte, es posible calificarlo como muy bueno dado que el crecimiento no es despreciable, el estado sanitario y al forma forestal (copa reducida, ramas escasa y finas, fustes rectos y cilíndricos) son buenos. Es importante tener en cuenta que no se realizaron cortas intermedias y se estima que los crecimientos hubieran sido mayores en caso de haberlas tenido. Es sabido que un raleo mejora la disponibilidad de luz, agua y nutrientes para los árboles remanentes. En consecuencia el crecimiento de los árboles se ve usualmente incrementado luego de un raleo (Mayor *et al.*, 1993).

Si se utiliza el índice de densidad propuesto por Dhôte (1997) aplicado en *Quercus petraea* Liebl. se obtiene un valor de 0.987, lo que manifiesta un requerimiento de raleo por parte del rodal.

El prendimiento puede considerarse como homogéneo pero de acuerdo al número de individuos por hectárea existente en la actualidad, las pérdidas pueden evaluarse en aproximadamente 50 %.

Caso n°3

En este caso se consideran varios rodales pertenecientes al Banco de Seguros del Estado, ubicados en el Parque Forestal Joaquín Suárez. El mismo está situado en la 3ª Sección Judicial del departamento de Canelones, en la Ruta 47 Km 51, próximo a la ciudad de Los Cerrillos y en las inmediaciones de Parador Tajés. Fue visitado durante los días 27, 28 y 29 de diciembre de 1997.

La superficie ocupada por la totalidad de los mismos así como el año de plantación se presentan a continuación.

Rodal	Superficie (ha)	Año de plantación	Edad (años)
57 A	9	1979	20
58 A	1.7	1975	24
58 D	4.7	1975	24
63 C	3.2	1970	29
64 A	3.7	1974	25
65 A	7.2	1974	25
Total	29.5		

El material geológico generador de estos suelos según la Carta Geológica del Uruguay (Bossi *et al.*, 1975) corresponde a depósitos actuales y Formación Fray Bentos.

Según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (M.G.A.P., 1976) el área presenta suelos correspondientes a la Unidad Cebollatí y Unidad Ecilda Paullier- Las Brujas. Los suelos dominantes para la primera Unidad son Fluvisoles Heterotexturales Melánicos (Ócricos) y Gleysoles Lúvicos Melánicos/ Ócricos Abrúpticos. En la segunda Unidad los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos (Subéutricos) Típicos (Lúvicos).

La semilla utilizada para la instalación de los rodales provino de árboles ubicados en el Parque, originados a partir de semillas provenientes del Arboretum Lussich. Los plantines fueron realizados en el vivero del Parque Joaquín Suárez y llevados a plantación a raíz desnuda con un año de edad. Al año se repusieron los plantines perdidos.

El distanciamiento inicial de todos los rodales fue de 2.5 x 2.5 m.

La preparación del sitio consistió en un laboreo total, realizado el año previo a la plantación y compuesto por una pasada de arado y una disqueada. El sitio se encontraba parcialmente ocupado por monte indígena, el que fue eliminado y luego controlado mecánicamente con pastera y químicamente con Tordón. El control de hormigas fue

realizado previo a la plantación y por un lapso de un año posterior a la misma. No fue realizada fertilización previa ni posterior a la instalación de los rodales.

a. Rodal 57 A

El rodal 57 A fue dividido para su estudio en 3 sub rodales denominados A, B y C. Esta división se realizó en base a la posición topográfica de cada sub rodal. En el sub rodal A ubicado en la zona más alta, se marcaron tres parcelas de muestreo: -A1 ubicada en la zona más alta, - A2 zona intermedia y -A3 ubicada en la zona más baja del sub rodal A. El sub rodal B se ubica en la ladera media representado por las parcela B1 y B2, y en la ladera baja por la parcela B3. El sub rodal C está identificado por la parcela C1 en la ladera alta y C2 en la ladera media. Los sub rodales A y B fueron instalados sobre campo natural y monte indígena como se pudo observar en las fotos aéreas del Servicio Geográfico Militar de la misión 1966. El sub rodal C tiene una historia de chacra previa de la que se desconoce las especies cultivadas.

En este rodal se realizó una poda baja (2.0 m) con motosierra y serrucho de la totalidad de los árboles en el año 1992 (13 años de edad) y un raleo sistemático del 50 % de los individuos eliminando una de cada dos filas en el año 1993.

Se describieron 3 perfiles de suelo de acuerdo a la posición topográfica, dado que el relieve del mismo no es uniforme. El primer perfil corresponde a la parte alta (A1), con 3 % de pendiente, orientada al oeste, encontrándose un horizonte A de 30 cm, de textura franca arenosa sin moteados ni concreciones. De los 30 a los 60 cm se desarrolla el horizonte B, presentando mayor nivel de arcilla y moteados de color herrumbre. A los 60 cm de profundidad ocurre el horizonte C. Sganga (com. pers., 1998) clasifica a este suelo como Brunosol Subéutrico Lúvico.

Los resultados del análisis químico de una muestra de suelo perteneciente a este perfil, llevado a cabo en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, son presentados a continuación.

pH (H ₂ O)	pH (KCl)	M.O. (%)	P Bray 1 (ppm)	Ca	Mg	K	Na
			meq/100g.....			
5.9	4.2	3.27	2.5	5.2	1.32	0.56	0.35

El segundo perfil corresponde a la ladera media (B1) orientada al sur con un 5% de pendiente y abundante erosión edáfica que se evidencia por la existencia de pequeñas cárcavas activas por donde circula agua.

La descripción de este perfil se detalla a continuación: el horizonte A es de color oscuro, textura franca arenosa, con 35 cm de profundidad. El horizonte B se desarrolla hasta más de 120 cm de profundidad, presentando abundante moteado de color anaranjado y concreciones oscuras. Según Sganga (com. pers., 1998) este suelo puede ser clasificado como Planosol erosionado.

El material geológico de estos perfiles corresponde a la Formación Fray Bentos (Sganga, com. pers., 1998).

El tercer perfil se realizó en una planicie de inundación (B3) con pequeñas canaletas formadas por la erosión, observándose un horizonte A de 40 cm de profundidad de color oscuro y sin moteados. A los 40 cm comienza un horizonte B de color oscuro sin concreciones ni moteado, que se transforma en B₃ con concreciones de CaCO₃ a los 90 cm. También este suelo es clasificado por Sganga (com. pers., 1998) como Planosol. El material geológico generador de este suelo corresponde a coluviones depositados sobre la Formación Fray Bentos (Sganga, com. pers., 1998).

La forma forestal varía de acuerdo a la ubicación de los árboles a lo largo del rodal. En la ladera alta (Parcelas A y C1) puede ser considerada como buena dado que los fustes son rectos y cilíndricos pero la copa es baja y no es reducida (Figura N° 13).



Figura N° 13- Rodal de *Q. robur* L. (B.S.E.) donde se aprecia la forma forestal de los individuos en la ladera alta

En la ladera media (B1/B2/C2) la forma forestal es muy mala, principalmente debido a su estado sanitario, el que provoca árboles pequeños, cónicos y de muy poco vigor. Es en este sitio donde ocurre un alto porcentaje de pérdidas. En la zona baja (B3), ubicada a lo largo del A° Barrancas Coloradas, la forma es muy buena, con fustes cilíndricos, copa alta y reducida y buen desrame natural.

La sanidad general puede ser considerada regular a causa de la presencia de "oidio", la existencia de sobrecrecimiento en la base del fuste en aquellos ejemplares ubicados en la ladera media y la ocurrencia de *Platypus sp.* en algunos individuos.

El sobrecrecimiento en la base de los fustes (Figura N° 14) consiste en una hipereplasia que puede haber sido generada por organismos patogénicos de acción secundaria. Como afirma Wargo (1996) los robles son susceptibles al ataque de dichos organismos luego de haber sufrido un estrés por causas bióticas (insectos defoliadores, hongos, etc) o abióticas (sequía, condiciones de anaerobiosis, heladas tardías).

Nageleisen (1994) menciona síntomas similares a los vistos en esta parcela en rodales franceses en estado de decadencia.

Según Telechea (com. pers., 1999) los árboles afectados presentan distintos grados de la misma sintomatología en tronco. En principio aparecen rajaduras basales dispuestas en sentido axial, que se extienden en algunos ejemplares hacia niveles superiores del árbol, verificándose algunas incluso en ramas. Es común la exudación de resina y el alojamiento de organismos secundarios, insectos degradadores de madera, hormigas y otros en las lesiones. Algunos ejemplares presentan lesiones con tejido cicatrizal.

Luego de analizar muestras de tejido sintomático, Telechea (com. pers., 1999) sostiene que de los distintos microorganismos identificados solamente los basidios pueden ser asociados con lesiones verdaderamente importantes. Estos microorganismos llegan al árbol debilitado o están presentes en él como endófitos, avanzando con la decadencia del ejemplar y degradando lignina y celulosa. Las rajaduras probablemente se encuentren asociadas a factores de sitio inapropiados para la especie (problemas climáticos, suelo, tipo de drenaje y otras). A su criterio, el estado sanitario de estos rodales ameritaría una investigación más profunda.

En general el mantillo es abundante en todo el rodal compuesto principalmente por hojas y bellotas.



Figura N° 14- Hiperplasia observada en la base del fuste.

En la ladera alta (A1/A2/A3) el sotobosque es casi nulo encontrándose plantines de *Quercus robur* L. y *Gleditsia triacanthos* L. “Espina de Cristo” de no más de un año de edad. Esto puede ser explicado por el requerimiento lumínico que presentan los plantines de roble luego del segundo año, cuando sus reservas ya han sido agotadas (Boudru, 1986). Se evidencia la presencia de numerosos hongos junto con el mantillo así como el desarrollo en la copa de *Tillandsia recurvata* L. “Clavel del aire”. En las zonas donde penetra luz es posible el desarrollo de gramíneas. Al este de esta ladera (C1) el crecimiento del monte es diferente, el tapiz vegetal es escaso por sombreado y es

sobre la regeneración. Existe erosión ya que el mantillo se lava y ocurre arrastre de suelo. Se observan raíces en la superficie del suelo y escaso desarrollo de hongos Basidiomycetes.

En la ladera media (B1/B2) se evidencian renuevos de *Quercus robur* L. y *Gleditsia triacanthos* L. de no más de un año de edad, gran cantidad de arbustos pequeños de *Eupatorium bunifolium* Hook. et Arn. "Chirca de Campo", *Acacia caven* Mol. "Espinillo" y herbáceas. La ladera orientada al sur oeste (C2) presenta crecimiento diferencial, con abundante tapiz vegetal conformado por las especies citadas con anterioridad pero con mayor desarrollo dado el menor cerramiento de copas. Este sector tiene canaletas en el suelo provocadas por la erosión. Fue posible observar el ataque de *Platypus* sp. y adultos de *Retrachideris thoracicus* (Oliv.) y *Chydarteres striatus* Burm. en ramas (Bianchi, com. pers., 1998). La primer especie es citada para Uruguay atacando *Quercus robur* L. por Ruffinelli (1967).

En la zona baja (B3) el sotobosque es escaso dado el alto cerramiento de copas. El número de semillas germinadas es elevado. El desarrollo de hongos Basidiomycetes en el suelo es abundante. Se observan pequeñas canaletas de erosión.

Con el propósito de evaluar el crecimiento se marcaron 4 parcelas de muestreo en la ladera alta (A1/2/3; C1), 3 parcelas en la ladera media (B1/2;C2) y una en el bajo (B3). Se midió DAP y altura total. Dado que se cuenta con abundante información, se realizó el cálculo de incremento medio anual volumétrico (IMAv) para el período considerado. En la continuación se presentan los valores dasométricos obtenidos

Parcela	Nº de individuos	Superficie (m ²)	Nº de individuos/ha	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)	Vtot (m ³ /ha)	Vcom (m ³ /ha)
A1	52	1250	416	21.5	16.6	6.3	125.3	47.5
A2	49	1000	392	21.6	13.9	3.6	99.8	25.8
A3	49	1000	392	22.4	17.0	7.3	131.3	56.4
B1	50	1250	400	18.2	12.7	5.3	66.1	27.6
B2	57	1250	456	17.4	12.9	4.6	69.9	24.9
B3	45	1250	360	21.4	17.0	5.6	110.1	36.3
C1	44	1000	440	22.3	15.8	5.8	135.8	49.8
C2	42	1000	420	16.1	12.6	2.2	53.9	9.4
Media				20.0	14.8	5.1	110.6	34.6

Referencias: - Ht: altura total

- Hc: altura comercial hasta 15 cm de diámetro

- Vtot: volumen total

- Vcom: volumen comercial

Para el cálculo de altura promedio del rodal se utilizó el método de la altura ponderada por área basal. El valor de volumen se obtuvo usando 0.5 como factor de forma.

Es posible visualizar diferentes comportamientos en altura y diámetro que pueden ser explicados por la posición topográfica y suelo de cada parcela. Los mayores diámetros corresponden a las posiciones topográficas altas (A1/2/3; C1) y baja (B3). Las mayores alturas son registradas en las parcelas A3 y B3. La altura es un buen parámetro indicador del sitio y se relaciona directamente con la calidad del mismo.

El incremento medio anual volumétrico (IMAv) de este rodal corresponde a 5.19 m³/ha/año, con un IMA diamétrico de 1.1 cm/año.

El prendimiento puede considerarse regular dado que luego del 50 % de raleo el número de individuos remanentes debería ser 800 y el valor registrado es próximo a 400. Esto fue observado en el campo, a través de claros en la fila.

El aspecto general de este rodal es bueno pero variable. La superposición de copas y el exceso de sombreamiento manifiesta la necesidad de mayor espacio para un desarrollo óptimo individual. Esto podría superarse a través de un nuevo raleo.

El desarrollo de ramas gruesas ocurre desde poca altura del fuste, lo que debería haberse evitado con un poda a mayor altura. La empresa tiene proyectado realizar una poda del 100 % de los árboles utilizando motosierra y serrucho.

En algunas zonas, principalmente en la parcela B2, el mantillo producido es escaso como para formar una cubierta que impida la erosión. Esto provoca pérdidas importantes de suelo y en consecuencia crecimientos menores.

b. Rodal 58 A

El rodal 58 A no fue evaluado debido a su escasa representatividad por su tamaño y mal estado sanitario.

c. Rodal 58 D

En el rodal 58 D se realizaron 2 parcelas de muestreo identificadas como A y B. Este sitio fue utilizado en los años previos a la plantación para producir trigo y maíz. La posición topográfica del rodal es baja acentuándose hacia la parcela B. Este rodal fue podado en su totalidad en 1992 y raleada la parcela A con una intensidad del 50% (una fila de cada dos) en 1993. Se proyecta podar a futuro la totalidad de los árboles a una altura mayor.

El comportamiento de los individuos es diferente según se trate de la parcela A o B. En el primer caso la sanidad es mala, desarrollando los árboles un sobrecrecimiento en la base del fuste similar al registrado en el rodal 57 A (parcela B1) y podredumbre en ramas y tronco (Figura N° 14). De este rodal se tomaron muestras de madera de árboles en pie, aún vivos con hongos de estante en tronco y ramas.

Se tomaron muestras de carpóforos pertenecientes a estos hongos, los que fueron identificados por la Bióloga Susana Gazzano (com. pers., 1999) como *Phellinus* aff. *guilvus*. La misma afirma que la especie puede ser otra y que se debería contar con un material más fresco para la identificación específica. Se trata de un hongo de podredumbre común en Uruguay que provoca podredumbre blanca.

Utilizando un serrucho, formón y martillo se extrajo un trozo de madera de la zona anómala de los árboles afectados. El fin perseguido es observar alteraciones morfológicas en la madera y realizar un cultivo para determinar la presencia de hongos. Con las muestras de madera se realizaron cortes de aproximadamente 50 micras de espesor, que fueron observados a simple vista y con microscopio óptico. Los cortes fueron realizados utilizando una muestra de madera fresca y una muestra sometida a 10 horas de cocción. A simple vista se evidencian líneas zonales que corresponden al avance del micelio del hongo (Romero, com. pers., 1998). No se pudo observar en microscopio este micelio por lo que la identificación del hongo no fue posible. A nivel de floema es posible observar bolsas de resina generadas por el árbol como mecanismo de defensa al ataque del hongo. Los tejidos de la zona afectada presentan un crecimiento irregular.

Insectos de la familia *Elateridae* fueron encontrados en este rodal en una visita posterior realizada en noviembre de 1998.

Los árboles de la parcela B presentan buena sanidad aunque están atacados por *Platypus* sp. y están asociados a "sauce" *Salix* sp. próximos a una pequeña cañada. Están en una zona plana pero sin anegamiento.

La parcela A presenta un tapiz herbáceo abundante formado por *Baccharis trimera* DC "Carqueja", *Eupatorium bunifolium* Hook. et Arn. "Chirca de Campo", *Rubus ulmifolius* Schott. "Zarzamora" y por varias especies de gramíneas. Se observan abundantes renuevos de robles menores a un año de edad. Es escasa la presencia de hongos en el mantillo.

La parcela B presenta escaso tapiz compuesto por gramíneas, *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk. "Chal - Chal", *Scutia buxifolia* Reiss. "Coronilla" y algunos renuevos de roble de menos de un año de edad. La existencia de hongos y mantillo es escasa.

Con el fin de evaluar el crecimiento se marcaron 2 parcelas de muestreo, una para cada sector. A continuación se presentan los valores obtenidos

Punto	No. de árboles	Superficie (m ²)	No. de árboles/ha	DAP promedio (cm)	Ht (m)	Hc (m)	Vtot (m ³ /ha)	Vcom (m ³ /ha)
A	38	1000	380	18.8	13.7	4.3	72.3	22.7
B	84	1062.5	791	20.7	22.2	6.6	295.5	87.8

En la parcela A los fustes son en su mayoría de sección elíptica, predominando ejemplares con diámetros pertenecientes a la clase diamétrica de 15-20 cm.

En la parcela B los individuos presentan sección cilíndrica mayoritariamente y se distribuyen dentro de las clases diamétricas 15-20 cm y 20-25 cm. Así mismo el número de ejemplares con diámetros superiores a 25 cm es importante, registrándose un ejemplar destacado de 41 cm de diámetro, 23,5 m de altura total y aproximadamente 7.5 m de altura comercial. El IMA diamétrico de este ejemplar es de 1.8 cm/año y el del rodal es de 0.9 cm/año.

El IMA volumétrico de este rodal es de 9.7 m³/ha/año.

d. Rodal 63 A

El rodal 63 A tuvo muy mal comportamiento, por lo que fue sustituido parcialmente por *Eucalyptus globulus* Labillardière ssp. *maidenii* (F. Mueller) Kirkpatrick.

e. Rodal 65 A

El rodal 65 A fue instalado en un sitio con historia de chacra y podado en su totalidad a los 2 m de altura con motosierra y serrucho en 1992. Un año después se realizó un raleo sistemático de 1 cada 2 filas. Se proyecta a futuro una poda del 100 % a mayor altura.

La sanidad de este rodal es muy mala, existiendo ejemplares con sobrecrecimiento en la base del fuste el que se continúa en forma ascendente. Un muestreo realizado demostró que el 57 % de los árboles medidos presenta este síntoma. A nivel del follaje se evidencia mancha foliar y micelio de oidio. Los árboles presentan una copa reducida, con pérdida importante de follaje, lo que permite el abundante pasaje de luz. No se observó desarrollo de carpóforos en este monte.

La vegetación asociada se caracteriza por ser un tapiz vegetal abundante formado principalmente por gramíneas, *Eupatorium bunifolium* Hook. et Arn. "Chirca de

Campo”, *Acacia caven* Mol. “Espinillo” y pocos renuevos de robles. Se evidencia escaso mantillo y ausencia de hongos en el suelo.

El material geológico generador de estos suelos es la Formación Libertad, depositada sobre Formación Fray Bentos (Sganga com. pers.,1998). El relieve local es una ladera alta con 1% de pendiente.

El perfil de suelo del lugar presenta un horizonte A perturbado (Ap) de 27 cm de espesor, de textura limosa y transición abrupta a un horizonte B. Dicho horizonte presenta un espesor de 53 cm con moteados de color marrón anaranjado y concreciones negras. A los 88 cm de profundidad se evidencia un horizonte C con concreciones de CaCO₃. Según Sganga (com. pers., 1998) este suelo es clasificado como Argisol. Al momento de realizar la visita se registran condiciones de anegamiento.

De este sitio se tomó una muestra de suelo para realizar su análisis en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía. A continuación se presentan los resultados obtenidos

pH (H ₂ O)	PH (KCl)	M.O. (%)	P Bray 1 (ppm)	Ca	Mg	K	Na
.....meq/100g.....							
5.9	4.3	2.20	3.2	5.7	1.46	0.39	0.61

El crecimiento de este rodal se evalúa a través de una parcela de muestreo cuyos datos se presentan a continuación

Punto	No. de árboles	Superficie (m ²)	No. árboles/ha	DAP promedio (cm)	Ht (m)	Hc (m)	Vtot (m ³ /ha)	Vcom (m ³ /ha)
A	40	1000	400	16.1	8.2	1.8	33.4	7.3

La mayoría de los ejemplares corresponden a la clase diamétrica de 10-15 cm y 20-25 cm. No se presentan ejemplares con diámetros mayores a los 25 cm. Los fustes son en su mayoría de sección cilíndrica. El IMA diamétrico de este rodal es de 0.7 cm/año y el IMA volumétrico es de 1.39 m³/ha/año.

f. Rodal 64 A

El rodal 64 A se encuentra instalado sobre un área con historia de chacra. Fue podado en su totalidad hasta los 2 m en 1992 y raleado 1 de cada 2 filas en 1993.

El tapiz vegetal es abundante y está formado por *Eupatorium bunifolium* Hook. et Arn. "Chirca de Campo", *Acacia caven* Mol. "Espinillo", *Baccharis trimera* DC "Carqueja" y gramíneas. La regeneración de robles es casi nula, aunque ocurre producción de bellotas. No se observa desarrollo de hongos ni mantillo.

La sanidad de los árboles es mala presentando los mismos un sobrecrecimiento en la base del fuste. Un muestreo realizado en 30 individuos demuestra que el 47 % presenta dicha anomalía.

El sitio registra un anegamiento importante y localizado (se observan ojos de agua).

Con el fin de evaluar el crecimiento se delimitó una parcela de muestreo donde se obtuvieron los siguientes resultados

Punto	No. de árboles	Superficie (m ²)	No. de árboles/ha	DAP promedio (cm)	Ht (m)	Hc (m)	Vtot (m ³ /ha)	Vcom (m ³ /ha)
A	30	875	343	20.9	16	3.7	94.1	21.8

Los ejemplares en su mayoría presentan fustes de sección elíptica. Las clases diamétricas más abundantes corresponden a 15-20 cm y 20-25 cm. Se destacan dos individuos de 30.5 y 31.8 cm de diámetro con una altura total de 17 m. El IMA diamétrico es de 0.9 cm/año y el IMA volumétrico corresponde a 3.92 m³/ha/año.

En este caso las condiciones de anegamiento estarían provocando un estrés en los árboles que determinaría el bajo número de individuos por hectárea. Los árboles estresados estarían propensos al ataque de organismos patogénicos secundarios causantes de hiperplasia en la parte basal del fuste.

C. ESTUDIO DE CASOS DE *Taxodium distichum* (L.) Rich.

1. Caso n°1

Este rodal se encuentra ubicado en el departamento de Lavalleja, 7ª Sección Judicial, sobre la Ruta 13, próximo al A° del Aiguá. Pertenece a la Escuela de Silvicultura de la Universidad del Trabajo del Uruguay y fue visitado el 18 de abril de 1998.

La instalación de este rodal fue efectuada aproximadamente en 1955, con un distanciamiento inicial de 2.0 x 2.0 m, estando actualmente raleado en forma no sistemática. El raleo se realizó en 1976, observándose que la mayoría de los tocones se encuentran cicatrizados. Los árboles están podados, desconociéndose la altura a la que fue realizada la poda, desarrollándose copas altas, pequeñas y reducidas.

Los ejemplares presentan fustes rectos, cilíndricos, con costillas chicas y escaso desarrollo de neumatóforos.

El sitio es una zona plana, cercano a una cañada y con presencia de agua. Al momento de visitarlo el suelo no se encontraba anegado aunque habían ocurrido abundantes lluvias.

Según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (M.G.A.P., 1976) se encuentra ubicado sobre la Unidad Cerro Chato, cuyos suelos dominantes son Brunosoles Subéutricos Típicos y Brunosoles Subéutricos Háplicos.

A través de dos perfiles de suelos realizados en este sitio se pudo observar una capa superior de 4-5 cm de mantillo que cubre a un horizonte profundo y de textura arcillosa. El desarrollo de raíces finas y gruesas es abundante impidiendo la perforación con taladro a más de 50 cm. Es posible identificar en este rodal dos zonas con diferente crecimiento diamétrico. En la zona de mejor crecimiento (parcela n° 1) el perfil presenta colores oscuros, mientras que en la otra zona (parcela n° 2) los colores son claros. En ambos casos no se encontró diferenciación textural o de colores a lo largo del perfil.

Se tomaron mediciones de diámetro de cuatro árboles para cada parcela de muestreo con 16 m² de superficie, obteniéndose los siguientes resultados

Parcela	Diámetro (cm)	Altura total (m)	Observaciones
1	31.8 35.0 27.8 30.3	26	Suelo oscuro con abundantes raíces
2	22.8 24.0 18.0 22.8	26	Suelo claro con abundantes raíces

El diámetro promedio puede ser estimado en 26.6 cm. y el IMA diamétrico es de 0.62 cm/año.

La vegetación asociada es de escasas gramíneas y no se observa regeneración natural de los cipreses aunque han fructificado.

Los árboles se encuentran en muy buen estado sanitario, no habiéndose encontrado daños de origen biótico o abiótico.

2. Caso n°2

Se trata de un rodal privado ubicado al este de Minas, en la 1ª Sección Judicial de Lavalleja. Fue visitado el 18 de abril de 1998. Se desconoce el año de plantación.

Se encuentra instalado en un sitio sin pendiente ni rocosidad, por donde corre una cañada.

El distanciamiento de los árboles es de 2.5 x 2.5 m, no habiéndose realizado cortas intermedias. Es un rodal heterogéneo en cuanto a su crecimiento, por lo cual se marcaron dos parcelas de muestreo. La primer parcela se ubicó a 5 m de la cañada y la segunda a 3 m.

El perfil de la primer parcela (1) presenta un horizonte A de 50 cm de espesor, color oscuro, textura franco limosa con abundantes raíces. Por debajo se desarrolla un horizonte de 10 cm de espesor, franco arenoso, de color negro y con partículas de mica dorada. A esta profundidad sorprende el encontrar un suelo seco, dada la proximidad a la cañada y la reciente ocurrencia de lluvias. Hasta los 75 cm de profundidad el color oscuro se acentúa. Luego se hace más claro, de textura franco limosa y continúa seco y con partículas de mica.

La segunda parcela (2) cuenta con un horizonte A de 40 cm de espesor, textura limo arenosa, partículas de mica dorada y abundantes raíces. Por debajo se desarrolla una napa freática y el perfil subsecuente es limoso con menor contenido de arena. A los 90 cm el color es más oscuro y aparecen moteados rojizos. La presencia de raíces es constante a lo largo de todo el perfil.

Es posible observar plantines de árboles pertenecientes al monte indígena.

A continuación se presentan valores dasométricos obtenidos de los cuatro árboles que conforman cada una de las parcelas de 25 m²

Parcela	Diámetro (cm)	Altura total (m)	Observaciones
1	26.1 24.7	10-12	Escasos neumatóforos Zona no anegada
	11.3 24.5		
2	19.7 21.2	10-12	Abundantes neumatóforos Zona anegada
	21.2 16.9		

La altura y el diámetro de los individuos del rodal son muy variables, estimándose el DAP promedio en 20.7 cm.

El estado sanitario de los arboles puede ser catalogado como muy bueno.

3. Caso nº3

En este caso se estudia un monte ubicado en la 1ª Sección Judicial del departamento de Maldonado, dentro del Arboretum Lussich y a metros de la Laguna del Sauce. El mismo fue visitado el 19 de abril de 1998.

Se encuentra en un sitio frecuentemente cubierto por una capa de agua.

Es un monte que fue instalado hace más de 100 años a un distanciamiento variable, dado que fue plantado con fines ornamentales. Por el fin que persigue no fue sometido a cortas intermedias (Figura Nº 15).



Figura Nº 15 - Vista general de un monte de *Taxodium distichum* (L.) Rich. (Arboretum Lussich, Maldonado), donde observan árboles con neumatóforos y costillas.

Se trata de un rodal limpio donde existe gran regeneración por semilla en claros donde la suficiente luminosidad lo permite. Es de destacar la presencia de árboles adultos originados por esta vía en los bordes del rodal. Esto corrobora lo citado por USDA (1965) en relación a la tolerancia intermedia de esta especie.

En general son árboles que han desarrollado gran número de neumatóforos de varios cm de altura y costillas de hasta un metro.

Se realizó una perforación en el centro de la parcela delimitada por cuatro árboles de importante diámetro en la que se pudo observar un horizonte aluvial de 20 cm, oscuro, rico en materia orgánica y formado por mantillo, limo y arcilla donde se desarrollan en forma abundante las raíces. Lo sigue un horizonte arenoso que se continua su desarrollo en profundidad. A los 50 cm desde la superficie ocurre una napa freática. El desarrollo radicular es importante en profundidad.

La vegetación asociada es de *Ligustrum lucidum* Ait. "Ligustro", *Cortaderia selloana* (Schlt.) Aschs. et Graebn. "Paja Brava", *Pittosporum undulatum* Vent. "Azarero" e *Hydrocotyle bonariensis* Lam.

Los datos de DAP recabados con cinta diamétrica de los cuatro árboles integrantes de una parcela de 65 m² corresponden a 74.0, 79.0, 71.0 y 79.0 cm, en promedio 75.8 cm. Con estos valores es posible estimar un IMA diamétrico de 0.76 cm/año. La altura es de 30 a 34 m. El valor de IMA diamétrico es superior a los registrados bajo condiciones naturales por USDA (1965) en montes de Louisiana (0.508 cm/año) y de Maryland (0.54 cm/año). En cuanto a la altura, los valores registrados coinciden con los alcanzados en los sitios mencionados anteriormente.

La sanidad de los árboles es muy buena.

4. Caso n°4

Se trata de un rodal perteneciente a un propietario particular en el departamento de Cerro Largo, en la 6ª Sección Judicial, paraje Bañado de Medina, al norte de la Ruta 26 Km 406. Fue visitado el 8 de abril de 1998.

La superficie del rodal es de ¼ ha, ubicado en un sitio plano, inundable, cercano a una cañada y sin afloramientos rocosos. No se observó indicios de erosión. El área se encuentra pastoreada por ovinos y bovinos.

Fue implantado 1975, con un distanciamiento inicial de 2.5 x 2.5 m. No se realizaron podas ni raleos.

La vegetación asociada es un tapiz de gramíneas, fundamentalmente de *Cynodon dactylon* (L.) Pers "Pasto Bermuda" junto con *Dichondra microcalyx* (Hall.) Fabr. "Oreja de ratón". Existe un gradiente de vegetación observándose una dominancia de Pasto Bermuda en la parte alta distante del cauce, oreja de ratón en la zona intermedia y ausencia de vegetación en la zona próxima al cauce.

Se realizaron dos perforaciones, una de ellas distanciada 30 m del cauce de la cañada en la que se pudo observar un horizonte A de 30 cm, con textura franca arenosa, color oscuro y abundantes raíces. Entre los 33-54 cm ocurre un horizonte B con vetado de arena y raíces. Por debajo de este se desarrolla un horizonte C de color gris que contiene escasas raíces. La descripción presentada corresponde a un suelo hidromórfico del tipo Gleysol.

La segunda perforación se realizó a 4 m de la cañada observándose un horizonte A de 60 cm de profundidad, textura arcillosa y color oscuro. A los 80 cm de profundidad el color es grisáceo y la textura continúa siendo arcillosa. A 1 m de profundidad ocurre el horizonte C, de color gris, areno-arcilloso, con colores de reducción y raíces finas. De acuerdo a las características de este suelo puede ser clasificado como hidromórfico de tipo Gleysol.

Los valores de diámetro y altura promedio de 4 árboles ubicados en parcelas de 25 m² se presentan a continuación

Parcela	Diámetro (cm)	Altura total (m)	Observaciones
1	32.8 23.5 19.8 26.3	10-11	Alejado del cauce (30 m)
2	34.3 28.8 43.8 33.8	17	Próximo al cauce (4 m)

El DAP promedio estimado es de 30.4 cm, lo que corresponde a un IMA diamétrico de 1.32 cm/año.

El estado sanitario es bueno, no observándose daño de insectos ni hongos.

5. Caso n°5

En este caso se estudia un pequeño rodal ubicado en el departamento de Cerro Largo, al sur de la Ruta 26 Km 408, en la 11ª Sección Judicial perteneciente a la Universidad de la República, Facultad de Agronomía- Estación Experimental Bañado de Medina. Fue visitado el 8 de abril de 1998.

Se encuentra instalado dentro de un arboretum, en una alineación a orillas de un tajar, implantado a fines de la década del 50. El distanciamiento entre árboles no es fijo ya que no se trata de una plantación comercial. Debido a que son 25 ejemplares se realizó la medición de DAP de cada uno de ellos.

La forma específica de los cipreses no ha variado ya que no han recibido poda.

Al momento de realizar la visita no se observó agua ni vegetación bajo estos individuos. Tampoco se desarrollan plantines.

Se realizó un pozo con taladro en el que se pudo observar un horizonte A de 40 cm de textura franco-arenosa con presencia de raíces. El horizonte B es arcilloso, de color oscuro y se desarrolla entre los 40-70 cm de profundidad. Por debajo ocurre un horizonte gley de color claro que evidencia condiciones de reducción. Por las características presentadas puede ser clasificado como un suelo hidromórfico de tipo Gleysol.

Se observa que la formación de neumatóforos no es abundante y que gran número de árboles están bifurcados. Sobre el tronco y copa se desarrollan líquenes y epífitas.

El diámetro promedio de los árboles censados corresponde a 45.1 cm, destacándose un ejemplar de 63.5 cm de diámetro. En general los fustes son de sección cilíndrica y muy similares en diámetro. La altura de los individuos es poco variable, oscilando entre 14-15 m.

El estado sanitario de todos los árboles de esta alineación es muy bueno.

6. Caso nº6

En el departamento de San José, en la 6ª Sección Judicial, Localidad de Arazatí, existe un rodal perteneciente a un propietario particular. Fue instalado en 1959. El mencionado rodal fue visitado el 22 de abril de 1998 y presenta un superficie aproximada de 1 ha.

Según la Carta Geológica del Uruguay (Bossi *et al.*, 1975), la zona se encuentra sobre la Formación Raigón.

El sitio es una concavidad prácticamente plana y sin rocosidad. Según la Carta de Suelos (M.G.A.P., 1976) pertenece a la Unidad Kiyú, con suelos dominantes Brunosoles Subéutricos/ Éutricos Típicos/ Lúvicos y Planosoles Subéutricos/ Éutricos Melánicos.

Se estudió el perfil del suelo en dos puntos. El punto 1 presenta una capa de mantillo de aproximadamente 5 cm de espesor, observándose luego un horizonte A de 25 cm de profundidad, franco limoso, oscuro y con presencia de abundantes raíces. Entre los 25 – 105 cm se observa un horizonte B gleyco, arcilloso, de color gris verdoso y con moteados anaranjados a amarillo ocre. En el punto 2 el mantillo presenta el mismo espesor que el punto anterior y el horizonte A es franco arenoso de aproximadamente 15 cm de profundidad. A partir de dicha profundidad comienzan a observarse colores gleycos de un horizonte transicional, que se transforma en un horizonte arcilloso a los 25 – 30 cm de profundidad. La textura pasa a arcillo – arenosa entre los 30 - 40 cm de profundidad. Desde los 40 cm se observa un horizonte arcilloso, gleyco, verdoso, con algo de pedregosidad y arena que desaparecen en profundidad. Según las características descriptas corresponde a un suelo hidromórfico de tipo Gleysol.

Este rodal está plantado en un sitio inundable con presencia de pajonales. Los plantines fueron producidos en vivero propio y la semilla utilizada procede de Estados Unidos. El distanciamiento inicial fue de 3.0 x 2.0 m medido a pasos. Luego de la plantación el sitio sufrió una inundación prolongada pero igualmente gran parte de los plantines sobrevivieron.

Debido a que el rodal no ha sido podado presenta ramas secas desde los 2 a 3 m de altura, existiendo un gran cerramiento de copas. Los fustes son en general rectos, sin costillas en la base pero con un ensanchamiento basal de hasta aproximadamente 30 cm de altura, el que coincide con el nivel promedio de las inundaciones.

Se pueden observar algunos árboles inclinados y bifurcados. No hay presencia de neumatóforos.

Hace aproximadamente 15 años se realizó una entresaca de árboles, principalmente bifurcados, cuya madera fue utilizada para la construcción de una torre de enfriamiento de agua.

Como se mencionó anteriormente el mantillo es abundante en todo el rodal, no existiendo vegetación asociada ni regeneración natural. Esta última ocurre únicamente en los bordes del rodal donde existe mayor luminosidad.

La sanidad del rodal es en general buena, aunque se observan algunos árboles suprimidos y muertos.

En los puntos donde se realizó el muestreo de suelo se delimitaron parcelas de 4 árboles con el fin de recabar datos de diámetro y altura. En el punto 1 la parcela es de 9.5 x 10 m (95 m²) y los DAP promedios son de 63.0 (bifurcado), 44.5, 56.0 (bifurcado) y 54.0 cm. En el punto 2 el tamaño de la parcela es de 9.0 x 7.2 m (64.8 m²), correspondiendo los DAP promedio a 46.0, 43.0, 47.0 y 33.0 cm. Con estos valores es posible estimar un DAP medio de 48.3 cm y un IMA diamétrico de 1.23 cm/año a los 39 años. En ambos casos la altura total promedio es de 30 m.

7. Caso nº7

El predio en estudio, perteneciente a un propietario particular, se encuentra ubicado en el departamento de Rivera, cercano a la localidad de Tranqueras, en la 3ª Sección Judicial, al oeste de la Ruta 5 Km 475 ½. En dicho predio existen dos rodales, los cuales fueron visitados el 9 de abril de 1998.

Los rodales se extienden sobre una planicie inundable encontrándose divididos por una calle de tránsito vehicular.

Según la Carta Geológica del Uruguay (Bossi *et al.*, 1975) se encuentra ubicado sobre Depósitos Actuales (turberas).

En el primer punto de muestreo se realizaron 2 descripciones del perfil de suelos. En el primero se observa que los primeros 5 cm corresponden a un material de textura arcillo-arenosa de color oscuro, pasando luego a una textura arenosa hasta los 30 cm de profundidad. La misma secuencia se repite entre los 30 y 60 cm de profundidad. Desde los 60 cm y hasta los 85 cm la textura es arcillo-arenosa y los colores son rojizos con presencia de moteado. Por debajo de este horizonte aparece una napa freática. Es difícil diferenciar el límite de cada uno de los horizontes.

En el segundo punto se observa un horizonte A de 90 cm, de textura arcillosa, con presencia de raíces y color oscuro el que adquiere tonos rojizos en profundidad. A los 90 cm se observa una napa freática, en donde el suelo adquiere colores oscuros y concreciones.

En el segundo rodal se realizan otros dos perfiles. En el primero se observa un suelo con muy buena estructura, con un horizonte superficial de 50 cm, arcillo-limoso y con presencia de abundantes raíces. A los 50 cm de profundidad ocurre una napa freática cuya profundidad impide observar desarrollo de suelo por debajo. En el segundo perfil el horizonte superficial es oscuro, muy arcilloso y de 20 cm de profundidad. Entre los 20 y 50 cm se observa una napa freática con presencia de raíces, por debajo de la cual existe un horizonte de turba con poca consistencia. Este suelo puede ser clasificado como hidromórfico que no llega a ser un Histosol ya que no cuenta con un horizonte orgánico desarrollado.

El establecimiento de los rodales fue realizado entre 1979 y 1980, con plantines producidos en vivero propio a partir de semillas de Estados Unidos. Originalmente ocupaban una superficie de 50 ha, la cual ha disminuido de manera importante. Previo a la plantación se procedió a quemar la vegetación existente en el lugar, para luego realizar la plantación propiamente dicha con pala Michigan. Al momento de plantación

los plantines tenían 0.8 a 1.0 m de altura y fueron plantados a raíz desnuda con un distanciamiento de 4.0 x 5.0 m.

Los rodales no fueron raleados, pero sí podados en 1998 el 100 % de los individuos hasta una altura de 5.0 m (Figura N° 16).

Los árboles ubicados en el primer rodal presentan fustes más cónicos que los ubicados en el segundo rodal. En ambos casos se evidencia el desarrollo de neumatóforos.



Figura N° 16- Aspecto general de un monte de *Taxodium distichum* (L.) Rich. (Rivera) donde se observan individuos podados hasta 5 m de altura.

El estado sanitario de los árboles puede considerarse bueno.

En el primer rodal se observa algo de vegetación asociada como ser varias especies de helechos, gramíneas y líquenes. En el segundo rodal la misma es muy pobre observándose únicamente algunas especies de helechos. En ambos casos existe una capa de mantillo de unos pocos centímetros de espesor.

En cada uno de los rodales se realizaron dos parcelas de muestreo de 10.0 x 8.0 m (80 m²) en las que se midieron DAP y altura de los 4 árboles que forman cada una ellas. A continuación se presentan los valores obtenidos correspondiendo las parcelas 1 y 2 al primer rodal y las parcelas 3 y 4 al segundo

Parcela	Diámetro (cm)		Altura total (m)	Observaciones
1	39.8	38.3	14.5	Erosión hídrica, raíces visibles
	21.5	30.5		
2	19.0	25.0	13.0	Similar a parcela 1
	24.3	30.0		
3	33.0	29.5	19.0	Suelo turboso
	39.3	30.0		
4	43.0	42.8	19.0	Suelo turboso
	33.5	33.8		

El promedio de diámetro para el primer rodal corresponde a 28.6 cm y para el segundo rodal a 35.6 cm. Con estos valores es posible calcular para 19 años un IMA diamétrico de 1.50 cm/año para el primer rodal y 1.87 cm/año para el segundo.

D. ESTUDIO DE CASOS PARTICULARES

En este ítem se pretende presentar algunos montes o grupos de individuos de las especies en estudio de los que se conoce su existencia pero no fue posible medirlos. Así mismo se incluyen otras especies del género *Quercus* L. que por su buen comportamiento y destacable crecimiento merecen ser citadas.

En el Arboretum de Bañado de Medina se destacan los crecimientos de *Quercus bicolor* Willd. y *Quercus cerris* L. Los mismos fueron plantados en la década del '60.

En el Arboretum Lussich se destacan ejemplares de *Quercus palustris* Muenchh., *Quercus macrocarpa* Michx., *Quercus cerris* L., *Q. rubra* L. (*Q. borealis* Michx.) y *Quercus phellos* L.

En el Parque de Vacaciones UTE- ANTEL se destacan los crecimientos de *Quercus robur* L., *Quercus ilex* L. y *Quercus bicolor* Willd.

La Escuela de Silvicultura de la Universidad del Trabajo del Uruguay cuenta con varios ejemplares de *Quercus castanea* Née (Brussa, com. pers., 1998), *Q. palustris* Muenchh., *Q. macrocarpa* Michx., *Q. bicolor* Willd. y en menor número *Q. suber* L. Estos ejemplares se destacan por presentar muy buenos crecimientos y en el caso de *Q. castanea* Née. por ser los únicos individuos encontrados a nivel nacional en este trabajo.

El Banco de Seguros del Estado posee 3.5 ha de *Quercus robur* L. en el departamento de Maldonado, Ruta 93 Km 124.

En el Parque Santa Teresa presentan destacable crecimiento individuos de *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Quercus robur* L., *Q. rubra* L., *Q. suber* L. y *Q. ilex* L.

Se encontró un notable ejemplar de *Quercus petraea* Liebl. en la ciudad de Paysandú cuyas medidas son 1.4 m de DAP, 30 m de diámetro de copa y 19 m de altura total.

En un predio privado de la ciudad de Montevideo (calle Dr. C.M. de Pena) existe un ejemplar de *Quercus pubescens* Willd. declarado Monumento Vegetal por la Junta Departamental de Montevideo. El mismo cuenta con 1.53 m de DAP, 32 m de diámetro de copa, 27 m de altura estimada y 133 años de edad.

En el Parque Vaz Ferreira, Cerro de Montevideo, existe un rodal de *Quercus suber* L. y *Q. ilex* L. de buenos crecimientos.

En las aceras de Montevideo es posible encontrar *Quercus rubra* L. (Pastoriza entre Pereira y Rivera) y *Q. palustris* Muenchh., *Q. laurifolia* Michx., *Q. rubra* L., *Q. bicolor* Willd. y *Q. macrocarpa* Michx. (Yatay entre José L. Terra y Marcelino Sosa).

También son Monumento Vegetal un ejemplar de *Quercus bicolor* Willd. ubicado en el Parque Posadas y ejemplares de *Q. ilex* L. y *Q. suber* L. en el Parque Batlle.

El Parque Tomkinson cuenta con magníficos ejemplares de *Q. palustris* Muenchh. (DAP=1.40 m, diámetro de copa=30 m, altura aproximada=40 m), *Q. macrocarpa* Michx. (DAP=1.15 m, diámetro de copa>40 m, altura>40 m), *Quercus robur* L. (DAP=0.95 m, diámetro de copa=17 m, altura=22 m), *Quercus bicolor* Willd. (DAP=0.69 m, diámetro de copa=16 m, altura=22 m) y *Q. suber* L. (DAP=0.93, diámetro de copa=15 m). La plantación de estos ejemplares se estima que fue realizada a mediados del siglo XIX.

En la Colonia Ing. Agr. Molinelli del Instituto Nacional de Colonización, Canelones, fue instalado un rodal de *Quercus robur* L.

El M.G.A.P. realizó una plantación de *Quercus robur* L. en las Islas Fiscales del Río Negro, de la que se sabe fue parcialmente raleada presentando un crecimiento superior. En el Parque F.D. Roosevelt existe un pequeño rodal de *Quercus robur* L. de mal aspecto debido a la alta competencia ejercida por eucaliptos vecinos.

Existen numerosos ejemplares de *Taxodium distichum* (L.) Rich. en los Bañados de Carrasco con muy buenos crecimientos.

También es posible encontrar individuos de *Taxodium distichum* (L.) Rich. con buen desarrollo, en el Parque de Vacaciones de UTE-ANTEL (Lavalleja) y en la Escuela de Policía de San José.

En el Parque Terra ubicado en Arocena y Rivera (Carrasco) existe un pequeño rodal de 20 individuos de *Taxodium distichum* (L.) Rich. de buen desarrollo. En promedio los mismos presentan un DAP de 0.49 m.

V. COMENTARIOS FINALES

A través del presente trabajo se logró una primera aproximación al estudio del comportamiento de *Quercus robur* L. y *Taxodium distichum* (L.) Rich. en rodales comerciales a nivel nacional. Gracias a la búsqueda realizada fue posible ubicar y estudiar la situación en la que se encuentran.

La distribución natural de una especie a gran escala puede ser interpretada mediante dos parámetros climáticos, temperatura media anual y precipitación media anual.

Se sabe que *Quercus robur* L. es una especie ecológicamente muy flexible, lo que se explica por la variabilidad genética originada por diferencias ecológicas o climáticas. En consecuencia se desarrolla en climas templados-cálidos a templados-fríos, semisecos a muy húmedos.

Si se comparan las condiciones climáticas bajo las que se desarrolla naturalmente *Quercus robur* L. con las existentes en nuestro país, se observa gran semejanza entre los regímenes pluviométricos (700-1.000 mm en robledales franceses e italianos) y la temperatura media anual (13 a 15 °C en los mismos sitios).

En cuanto a las condiciones edáficas se conoce su indiferencia a la naturaleza mineralógica del terreno, así como su sensibilidad a las características físicas del mismo y preferencia por suelos profundos y húmedos (preferentemente con un horizonte gley en profundidad). Al igual que en la bibliografía consultada, se vio que a pesar de ser una especie exigente en humedad edáfica, a nivel nacional no vive en sitios encharcados o pantanosos. A su vez, es altamente afectado por condiciones de sequía a tal punto que autores europeos plantean que ésta es la principal causa de depresión y muerte de sus robledales.

Al igual que la mayoría de los robles, *Quercus robur* L. presenta un sistema radicular de penetración profunda.

La fructificación, producción de semillas viables y regeneración natural son parámetros indicativos de la adaptación de una especie. *Quercus robur* L. se encuentra adaptado a nuestras condiciones ya que se ha observado regeneración natural en todos los rodales evaluados. La edad a la que comienza a fructificar en nuestro país (antes de los 20 años) es inferior a las citadas para su área de distribución natural. A modo de ejemplo, en España fructifica a partir de los 25-30 años, en Hungría a partir de los 50 y en Francia desde los 60-80.

Es importante considerar la calidad del material genético con que se cuenta para obtener plantaciones exitosas. Dada la considerable variabilidad genética que presenta la

especie es importante tener en cuenta, previo a la instalación de un robledal, la procedencia de la semilla. Es por esto que sería recomendable realizar ensayos de procedencia.

La densidad de plantación ha demostrado ser de crucial importancia para la forma forestal adquirida por los árboles, siendo mayor su crecimiento en altura y desrame natural cuando son plantados a menor distanciamiento.

Coincidentemente con la bibliografía, en los montes nacionales *Quercus robur* L. presenta respuesta favorable al raleo. El raleo debe ser complementado con podas para lograr madera de alta calidad libre de nudos. Estos tratamientos silviculturales son fundamentales si se considera el objetivo de producción y la rotación manejada.

Como lo demuestran los rodales analizados se presentan buenos crecimientos tanto en los instalados por siembra directa como por plantación.

En Europa, con el objetivo de obtener madera de calidad, se cosechan robles de montes naturales de más de 150 años y con DAP mayores a 50 cm. En un rodal promedio ubicado en Canelones a los 20 años de edad el DAP medio es de 20.0 cm (rodal raleado). En uno en Cerro Largo, con 38 años de edad y sin raleo se registra un DAP medio de 19.8 cm.

Si se evalúa el crecimiento mediante el Incremento Medio Anual volumétrico (IMAv) en los buenos sitios del Plateau Suizo con 50 años de edad y 22 m de altura, es posible obtener un IMA de 7-8 m³/ha/año. En Francia, con rotaciones de 120 a 150 años, se puede obtener un IMA de 4-8 m³/ha/año. En nuestras condiciones se encontraron valores de IMA de 9.9 m³/ha/año para un rodal de Cerro Largo y 5.2 -9.7 m³/ha/año en rodales de Canelones.

Debe tenerse en cuenta que la intensidad de muestreo debería haber sido mayor para que los valores dasométricos fueran más precisos. Los objetivos del presente trabajo y el factor tiempo son los elementos que determinaron la intensidad de muestreo.

Todos los robledales estudiados carecieron de fertilización, práctica que es sabido permite obtener mayores crecimientos y es importante al momento de la plantación.

El estado sanitario de los robledales fue en general bueno, a excepción de determinados casos donde el sitio afecta el normal desarrollo de los árboles, ya sea por la presencia de una napa freática u horizonte argilúvico a escasa profundidad lo que limita la respiración y exploración radicular. Un estés de este tipo predispone a los árboles al ataque de organismos patogénicos.

Es importante resaltar que la bibliografía europea cita a *Quercus petraea* Liebl. en montes naturales con mayor altura, diámetro y mejor estado sanitario que *Q. robur* L.

Las condiciones climáticas bajo las que se desarrolla naturalmente *Taxodium distichum* (L.) Rich. son coincidentes con las nuestras. El rango de temperatura media de su área de distribución es muy amplio, lo que permite la selección de orígenes.

La temperatura media del mes más cálido en el sur de Estados Unidos se encuentra entre 21-29 °C y la temperatura del mes más frío varía desde -1.1 a 21.1 °C. En nuestro país se registran valores de 22.0 a 27.0 °C y 11 a 14 °C respectivamente. Así mismo, existe una amplia variación en cuanto a las precipitaciones en su lugar de origen, cuyo valor promedio oscila entre 762 - 1778 mm/año, rango que incluye el valor promedio nacional.

Los mejores crecimientos de la especie ocurren en suelos profundos, húmedos, arenoso finos y con moderado drenaje, así como también en los arcillosos cuya humedad es abundante y permanente. Se desarrolla bien en terrenos algo secos, mientras no sean muy compactos. En nuestras condiciones se lo vio instalado en sitios con abundante humedad edáfica, próximos a cursos de agua.

Los crecimientos registrados en Uruguay para suelos de diversas texturas son similares a los que ocurren en Estados Unidos.

Se considera que la especie presenta una buena adaptación dado que fructifica y regenera naturalmente en los bordes de los rodales nacionales. Cabe resaltar que en su área de distribución natural el ciprés calvo crece asociado a los pinos taeda y elioti, los que han demostrado tener buen crecimiento en nuestras condiciones.

Así como se mencionó para *Quercus robur* L., la calidad del material genético es crucial para obtener un buen comportamiento.

Los conceptos brindados acerca del distanciamiento inicial, raleo y poda son similares a los mencionados en *Quercus robur* L.

El Incremento Medio Anual diamétrico en Louisiana corresponde a 0.457 cm/año para DAP de 15.24 - 30.48 cm (6-12"); 0.533 cm/año para diámetros comprendidos entre 35.56 - 45.72 cm (14-18") y 0.508 cm/año para DAP entre 50.8 - 71.12 cm (20-28"). En Maryland se ha reportado un IMA diamétrico de 0.5 cm/año. Para Uruguay calculamos un IMA diamétrico de 0.76 cm/año para un DAP de 75.8 cm (Maldonado, 100 años), 1.23 cm/año para 48.3 cm de DAP (San José, 39 años) y 1.5 a 1.87 cm/año para DAP de 28.6 y 35.6 cm respectivamente (Rivera, 18 años).

Al igual que para *Quercus robur* L. la intensidad de muestreo debería ser superior a la empleada para obtener valores más precisos.

La totalidad de los rodales analizados presenta muy buen estado sanitario, no evidenciándose daños de origen biótico o abiótico.

Sería interesante la realización de estudios a fin de evaluar los mejores orígenes y procedencias, densidades de plantación, efecto de la fertilización, momentos e intensidades óptimas de raleo, momento y altura de poda y turnos óptimos para cada una de las especies analizadas.

En nuestro país, otras especies del género *Quercus* L. han demostrado tener un muy buen comportamiento en forma aislada, por lo cual su performance debería ser estudiada en plantaciones comerciales.

La instalación de rodales de *Quercus robur* L. y *Taxodium distichum* (L.) Rich. podría ser una opción apropiada para sitios específicos donde las mismas presenten una buena adaptación. La superficie empleada no ha de ser necesariamente extensa, concibiéndose como una alternativa complementaria de otras actividades agropecuarias.

VI. RESÚMEN

La falta de información nacional acerca de las especies forestales de madera noble, cuyo cultivo no es tradicional en nuestro país, motivó el desarrollo del presente estudio.

Esta tesis consiste en una primera evaluación del comportamiento de rodales de *Quercus robur* L. y *Taxodium distichum* (L.) Rich., instalados en Uruguay. Con el fin de comparar su desarrollo con el presentado en el área de distribución natural, se identificaron, relevaron y analizaron los mismos y los respectivos sitios.

Debido al buen comportamiento presentado, se citan otras especies del género *Quercus* L. a ser tenidas en cuenta.

Se pretende que este estudio sirva de base para estudios posteriores que permitan obtener conclusiones acerca del cultivo y posibilidades de las especies estudiadas.

VII. SUMMARY

The cause of this study was the lack of information about forest species with quality wood, which are not commonly cultivated in our country.

The present thesis consists in a first evaluation of the growth of *Quercus robur* L. and *Taxodium distichum* (L.) Rich. stands in Uruguay. With the objective of comparing their growth with the ones obtained in their natural area, they were identified, surveyed and analysed.

Other species of *Quercus* L. must be bared in mind, due to the good growth they present.

This study could be the base for further investigation, to obtain conclusions about the cultivation and possibilities of the studied species.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ARNOLD, M.; STRUVE, D. 1993. Root distribution and mineral uptake of coarse-rooted trees grown in cupric hydroxide- treated containers. HortScience 28(10): 988-992
2. BAULE, H.; FRICKER, C. 1969. La fertilisation des arbres forestiers. Alemania, München. 255 p.
3. BENTANCOUR, C.; SCATONI, I. 1992. Catálogo de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Notas Técnicas nº 10. 134 p.
4. BONNEAU, M.; NYS, C.; PORTÉ, A.; ADRIAN, M.; DIDIER, S. 1997. Effet de la fertilisation et du drainage sur la croissance de jeunes chênes sur des sols lessivés a pseudogley de la région de Blois (Loir-et-Cher). Revue Forestière Française nº 3: 225-234
5. BOSSI, J.; FERRANDO, L.; FERNÁNDEZ, A.; ELIZALDE, G.; MORALES, H.; LEDESMA, J.; CARVALLO, E.; MEDINA, E.; FORD, I.; MONTAÑA, J. 1975. Carta Geológica del Uruguay a escala 1:1.000.000. Montevideo, Dirección de Suelos y Fertilizantes, M.G.A.P. 32 p.
6. BOSSI, J.; NAVARRO, R. 1988. Geología del Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. T.2.
7. BOTTACCIA, A.; SANTINI, A.; GELLINI, R. 1994. Preliminary dendroecological survey on pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stands in Tuscany (Italy). Annales des Sciences Forestières. 51 (1): 1-10
8. BOUDRU, M. 1986. Forêt et sylviculture. Bélgica, Gémbroux, Les Presses Agronomiques. 244 p.
9. BRÉDA, N.; COCHARD, H.; DREYER, E.; GRANIER, A. 1993. Field comparison of transpiration, stomatal conductance and vulnerability to cavitation of *Q. petraea* and *Q. robur* under water stress. Annales des Sciences Forestières. 50(6): 571-582
10. BROWN, H.; PANSHIN, A.; FORSAITH, C. 1949. Textbook of wood technology. USA, Mc Graw-hill Book Company. 652 p. X
11. BUCLEY, M. 1998. Pisos de madera; El mercado en Estados Unidos. VETAS nº 191: 40-42 X

12. CAUSIN, R.; MONTECCHIO, L.; MUTTO ACCORDI, S. 1996. Probability of ectomycorrhizal infection in a declining stand of common oak. *Annales des Sciences Forestières*. 53(2-3): 743-752
- ✶ 13. CIPOLATTI, M. Especies forestales útiles para la actividad agropecuaria 2da. Parte. 1991. Argentina. *Rev. CYTA* nº 23:10-11
- ✶ 14. COZZO, D. 1950. Árboles para parques y jardines. Buenos Aires, Suelo Argentino. 333 p.
- ✶ 15. CUSSAC, C.; LÓPEZ, E. 1943. Árboles forestales en el Uruguay y problemas afines. Montevideo, Uruguay, Imprenta J. Mercant. 204 p.
16. DALLIMORE, W.; BRUCE JACKSON, A. 1974. A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae. 5ta. ed. Londres, Edward Arnold Ltd. 729 p.
17. DEBAZAC, E. 1964. Manuel des Coniferes. Nancy, École Nationale des Eaux et Forêts. 113-119 p.
18. DHÔTE, J. 1997. Effets des éclaircies sur le diamètre dominant dans des futaies régulières de hêtre ou de chêne sessile. *Revue Forestière Française* nº 6: 557-577
19. DI LEONI, C.; ROBLES, M. 1957. Ciencias geográficas. Montevideo, Uruguay, Monteverde y Cía. 381 p.
20. DICKSON, R.; TOMLINSON, P. 1996. Oak growth, development and carbone metabolism in response to water stress. *Annales des Sciences Forestières*. 53 (2-3):181-196
- ✶ 21. DIMITRI, M. 1978. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería; Descripción de las plantas cultivadas . 3ª ed. Bs. As. Argentina , ACME SACI. 651 p.
22. DOMMEGUES, Y. 1997. Contribution of actinorhizal plants to tropical soil productivity and rehabilitation. *Soil Biology and Biochemistry*. 29(5/6): 931-941
23. DURÁN, A. 1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
24. EWEL, K. ; ODUM, H. 1984. Cypress swamps. Estados Unidos, Gainesville, University Presses of Florida. 472p.
25. FROM, A. 1922. Enciclopedia agrícola; Silvicultura. Barcelona, Salvat. 552 p.

26. GALANTE, J. 1996. El roble, el tiempo y el fuego. Argentina. El profesional del vino. n° 2. 98 p.
27. GOELZ, J.; CARLSON, D. 1997. Growth and seed production of sawtooth oak (*Quercus acutissima*) 22 years after direct seeding. USDA, Forest Service, Southern Research Station. 7 p.
28. GONZÁLEZ, E. 1947. Selvicultura; Fundamentos naturales y especies forestales; los bosques ibéricos. 2ª ed. Madrid, Dossat. 575 p.
29. GUTIERREZ, A.; PLAZA, F. 1967. Características físico-mecánicas de las maderas españolas. Madrid. Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 103 p.
30. HELGUERA, G.; LOPEZ, E. 1945. Árboles forestales y ornamentales. Montevideo, M.G.A.P. Junta Honoraria Forestal. 204 p.
31. HENDERSON, L. 1995. Plant invaders of Southern Africa. Southern Africa, Agricultural Research Council. 166 p.
32. HERBERT, L.; EDLIN, B. 1968. Know your broadleaves. London, Her Majesty's Stationery Office. Forestry Commission Booklet n° 20. 141 p.
33. HOCHBICHLER, E. 1993. Methods of oak silviculture in Austria. Annales des Sciences Forestières 50 (6): 583-592
34. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACIÓN. DEPARTAMENTO DE AGRIMENSURA. 1993. Ubicación gráfica de las colonias e inmuebles con indicación de las secciones catastrales correspondientes a escala 1.100.000. Montevideo, Uruguay.
35. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZACIÓN. DEPARTAMENTO DE AGRIMENSURA. 1995. Ubicación gráfica de las colonias e inmuebles del Departamento de Paysandú a escala 1.500.000. Montevideo, Uruguay.
36. JOHNSON, H. 1980. Los árboles. Barcelona, Blume. 288 p.
37. KENK, G. 1993. New perspectives in German oak silviculture. Annales des Sciences Forestières 50 (6): 563-570
38. KREMER, M. 1990. Árboles. Barcelona, Naturart. 287 p.

39. KRÜSSMANN, G. 1986. Manual of cultivated broad- leaved trees and shrubs; Pru.- Z. London, Timber Press. V.3.
40. LANZARA, P. y PIZZETTI, M. 1979. Guía de árboles.3ª ed. Barcelona, Grijalbo. S/p
41. LÉVY, G. ; DELATOUR, C. ; BECKER, M.1994. Le dépérissement du chêne des années 1980 dans le centre de la France, point de départ d' une meilleure compréhension de l'équilibre et de la productivité de la chênaie. Revue Forestière Française no. 5. 495- 503.
42. LOMBARDO, A. 1979a. Los árboles cultivados en los paseos públicos. 2ª ed. Montevideo, IMM. 283 p.
43. _____. 1979b. Los arbustos y arbustillos de los paseos públicos. 2ª ed. Montevideo, IMM. 306 p.
44. _____. 1983. Flora Montevicensis; Gamopétalas. Montevideo, IMM. T. 2.
45. _____. 1984. Flora Montevicensis; Monocotiledoneas. Montevideo, IMM. T. 3.
46. 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.
47. LUCOT, E.; BRUCKERT, S.1992. Organisation du système racinaire du chêne pédonculé (*Quercus robur* L.) développé en conditions édaphiques non contraignantes (sol brun lessivé colluvial). Annales des Sciences Forestières. 49 (5): 465-479
48. MABBERLEY, D. 1993. The plant book; A portable dictionary of the higher plants. 3ra. Rep. Inglaterra, Cambridge University Press. 707 p.
49. MANZANERA, J.A. 1992. Inducción de embriogénesis somática en roble (*Quercus robur* L.). Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales1(1): 73-81
50. MARCHAL, R.; MOTHE, F. 1994. Appreciation du bois de chêne (*Quercus robur* L., *Quercus petraea* Liebl.) par les consommateurs et les professionnels français du bois. Annales des Sciences Forestières. 51 (3): 201-344
51. MAYOR, X.; RODÀ, F.1993. Growth response of holm oak (*Quercus ilex* L.) to commercial thinning in the Montseny mountains (NE Spain). Annales des Sciences Forestières. 50 (3): 247-256

52. M.G.A.P. DIRECCIÓN FORESTAL. 1996. Uruguay. Alternativas para la transformación industrial del recurso forestal. Montevideo, ANIA. 168p.
53. M.G.A.P. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay a escala 1:1.000.000. Montevideo, Uruguay.
54. MITCHELL, A. 1985. The trees of Britain and Northern Europe. London, Collins, Grafton Street. 288 p.
55. NAGELEISEN, L. 1994. Déperissement actuel des chênes. Revue Forestière Française 5: 504-511
56. NASH, L.; GRAVES, W. 1993. Drought and flood stress effects on plant development and leaf water relations of 5 taxa of trees native to bottomland habitats. Journal of the American Society of Horticultural Science. 118(6): 845-850
57. NEPVEU, G. 1993. The possible status of wood quality in oak breeding programs (*Quercus petraea* Liebl. and *Quercus robur* L.). Annales des Science Forêstiere 50(1): 388-394
58. OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 1994. La mobilisation des bois en provenance des forêts bénéficiant du regime forestier en 1993 et les prix obtenus aux grandes ventes de l'automne 1993. Revue Forestière Française 4: 299-314.
59. OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 1997. La mobilisation des bois en provenance des forêts bénéficiant du regime forestier en 1996 et les prix obtenus aux grandes ventes de l'automne 1996. Revue Forestière Française 4: 293-312.
60. OXFORD UNIVERSITY PRESS. 1993. Index Kewensis on compact disc; Royal Botanic Gardens Kew.
61. PARODI, L. 1959. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. descripción de las plantas cultivadas. Bs.As. Argentina, ACME S.A.C.I. V. 1.
62. PÉREZ, C.; AGUILAR, M. 1978. Diferencias morfológicas externas y anatómicas de los encinos blancos y rojos. SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). Méjico. Boletín Técnico N° 59. 19 p.
63. PHILLIPS, R. 1985. Los árboles. Barcelona, Blume. 223 p.

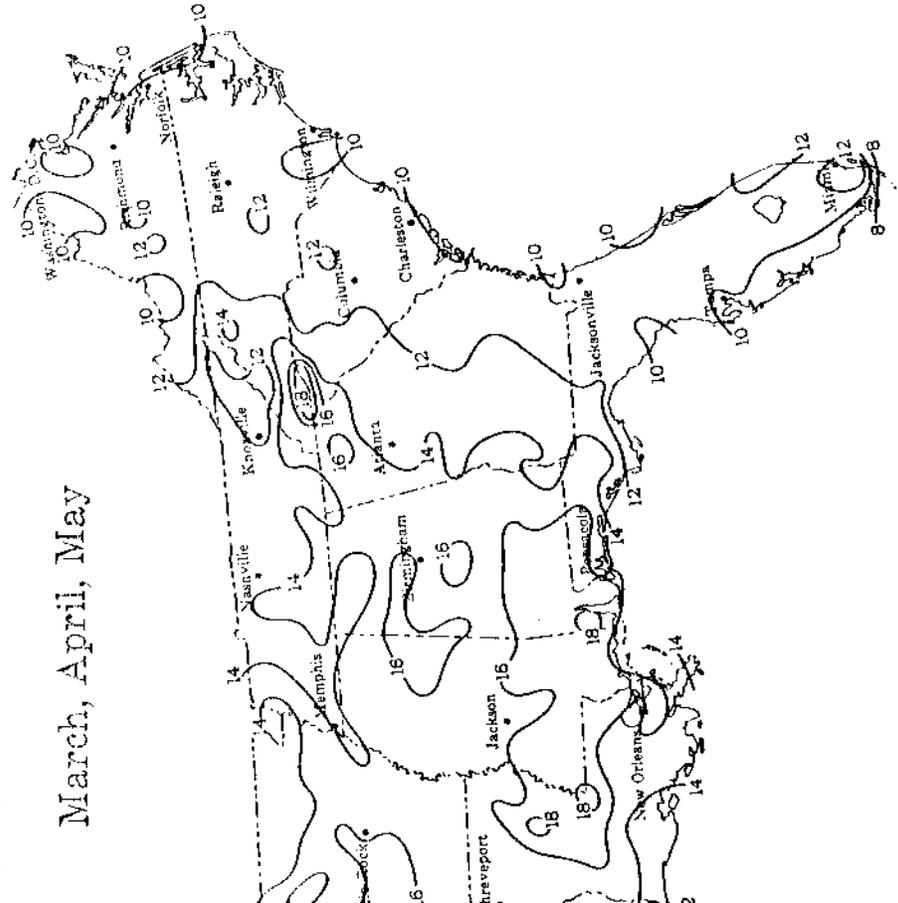
64. QUEIJO, A.; GARCÍA, L.; ZORRILLA DE SAN MARTÍN, A. 1988. Relevamiento de las especies arbóreas y arborescentes cultivadas en el Parque de Vacaciones para funcionarios de UTE y ANTEL. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. V.1.
65. RECORD, J.; HESS, R. 1943. *Timbers of the new world*. London, Yale University Press. 640 p.
66. ROGERS, R.; JOHNSON, P.; LOFTIS, D. 1993. An overview of oak silviculture in the United States: the past, present and future. *Annales des Sciences Forestières*. 50(6): 535-543
67. ROL, R. 1962. *Flore des arbres. Arbustes et arbrisseaux*. Paris, La Maison Rustique. 95 p.
68. ROMERO, G. 1992. *Enfermedades forestales en el Uruguay*. Montevideo, Facultad de Agronomía. 54 p.
69. ROSS, P. 1964. *Introducción al estudio de los "Robles del Bosque Lussich"*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 52 p.
70. RUTER, J. M. 1994. Growth responses of four vigorous-rooted tree species in cupric hydroxide-treated containers. *HortScience* 29(9): 1089
71. SCHÜTZ, J. 1993. La sylviculture de haute qualité du chêne en Suisse: concepts d'éducation et de traitement dans des conditions écologiquement marginales. *Annales des Sciences Forestières*. 50(6):529-632
72. SOLYMOS, R. 1993. Improvement and silviculture of oaks in Hungary. *Annales des Sciences Forestières*. 50(6): 607-616
73. THOMAS, F.; HARTMANN, G. 1996. Soil and tree water relations in mature oak stands of northern Germany differing in the degree of decline. *Annales des Sciences Forestières*. 53(2-3): 697-720
74. TIMBAL, J.; AUSSÉNAC, G. 1996. An overview of ecology and silviculture of indigenous oaks in France. *Annales des Sciences Forestières*. 53(2-3):649-661
75. TUSET, R.; DURAN, F. 1970. *Descripción y clave macroscópicas de maderas comerciales en Uruguay*. Montevideo. Facultad de Agronomía. 63 p.
76. _____. 1986. *Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización*. Montevideo, Hemisferio Sur. 688 p.

77. TUTIN, T.; HEYWOOD, V.; BURGESS, N.; VALENTINE, D.; WALTERS, S.; WEBB, D. 1964. Flora Europaea; Lycopodiaceae to Platanaceae. Londres, Cambridge University Press. V.1.
78. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMÍA. 1997. Actualización de la guía para la presentación de tesis. Montevideo. s/p.
79. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE ARQUITECTURA. 1963. Arquitectura paisajista. Monografías de vegetales. Montevideo. s/p.
80. UNIVERSIDAD DEL TRABAJO DEL URUGUAY. ESCUELA INDUSTRIAL DE SILVICULTURA. 1967. Silvicultura. Maldonado, Uruguay. Boletín nº. 25. 79 p.
81. USDA, Forest Service. 1965. Silvics of Forest Trees of the USA. Agriculture Handbook no.271. 672-676 p.
82. _____. 1968. Important Forest of the Eastern United States. 111 p.
83. _____. 1969. A Forest Atlas of the South. New Orleans, Southern Forest Experiment Station and Ashville, Southeastern Forest Experiment Station. 27 p.
84. _____. 1972. Baldcypress... an American wood. 6 p.
85. _____. 1973. Oak ... an American wood. 9 p.
86. _____. 1989. Bottomland hardwood reforestation in the lower Mississippi valley. 28 p.
87. VAN HESS, A. 1997. Growth and morphology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings in relation to shading and drought. Annales des Sciences Forestières. 54(1): 19-38
88. VIVIN, P; AUSSÉNAC, G.; LEVY, G. 1993. Differences in drought resistance among three deciduous oak species grown in large boxes. Annales des Sciences Forestières. 50(3): 221-234
89. WARGO, P. 1996. Consequences of environmental stress on oak: predisposition to pathogens. Annales des Sciences Forestières. 53(2-3): 359-368

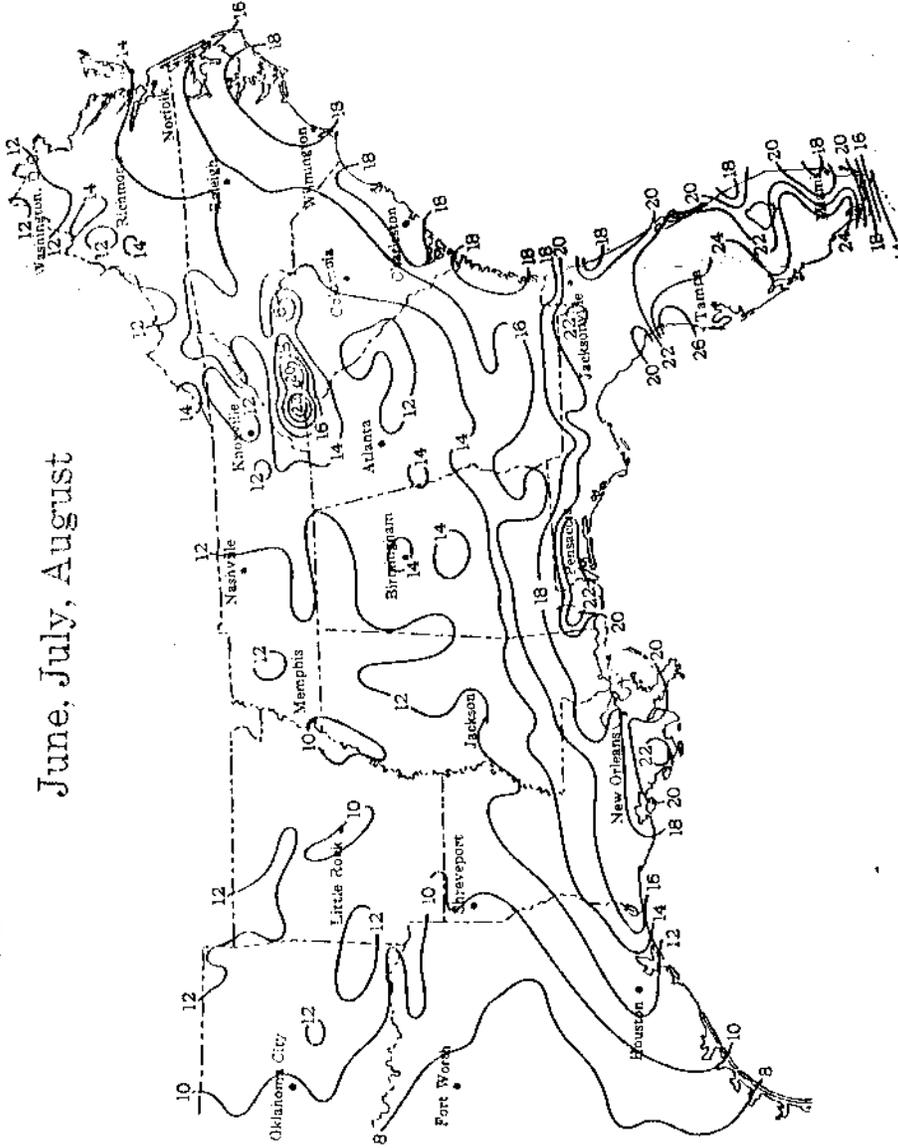
90. WEAVER, G.; SPIECKER, H. 1993. Silviculture of high quality oaks: questions and future research needs. *Annales des Sciences Forestières*. 50(6): 529-632

IX. ANEXOS

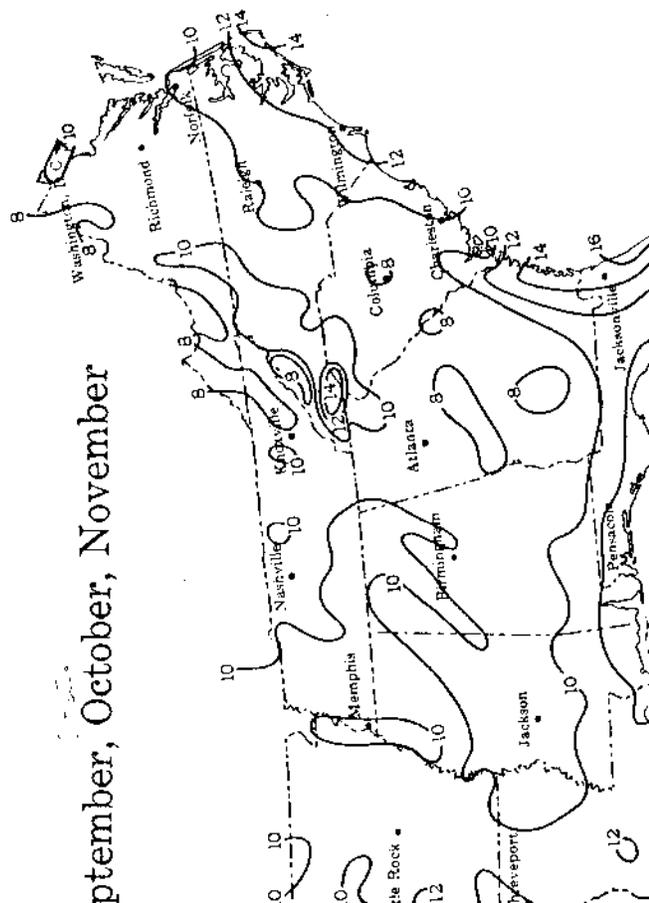
March, April, May



June, July, August



September, October, November



GROWING-SEASON PRECIPITATION

Normal Total Precipitation in Inches
Based on Period 1931-1960

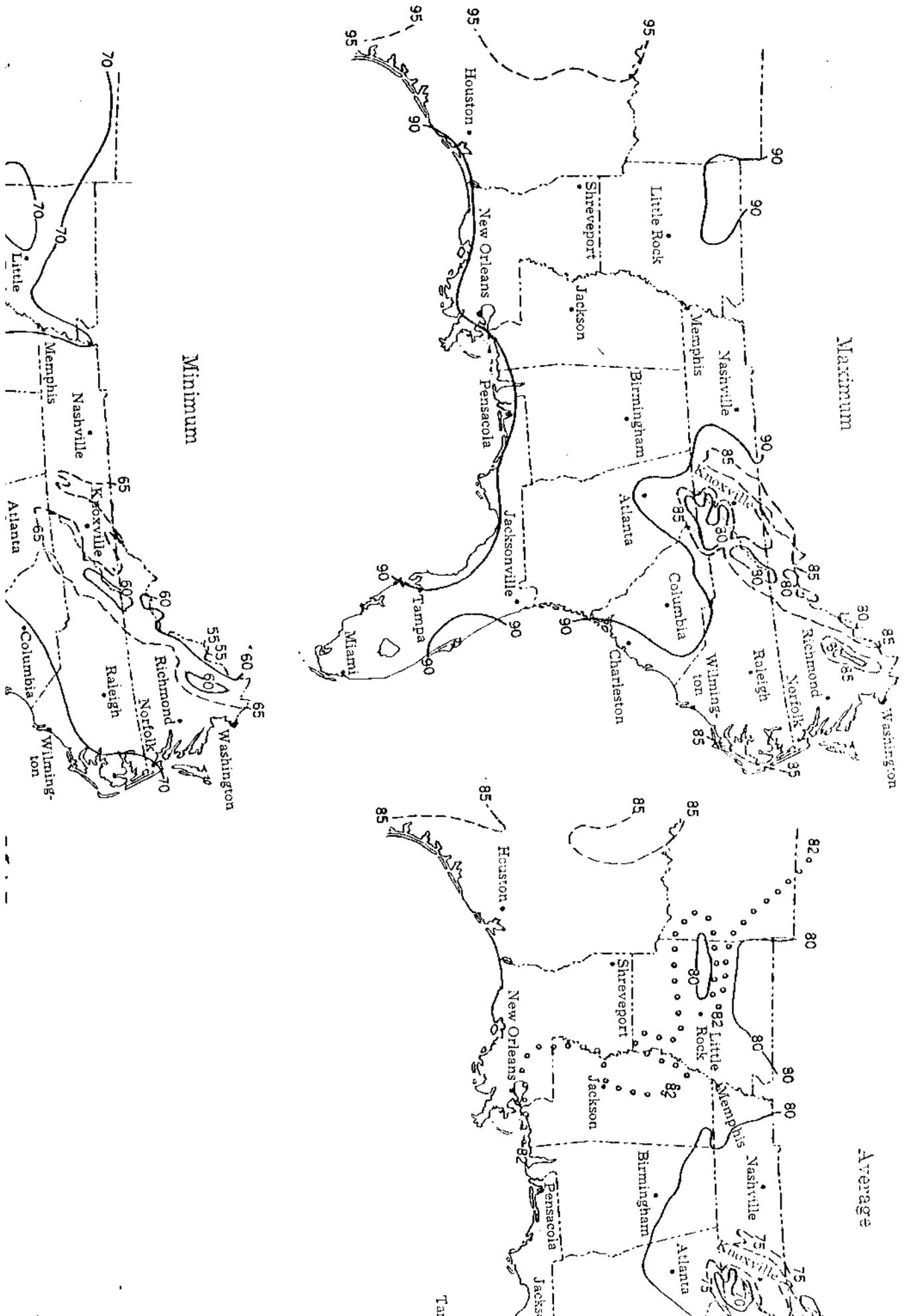
These three maps were drawn for this atlas by the National Weather Records Center, Environmental Data Service, Environmental Science Services Administration, U. S. Department of Commerce.

MEAN ANNUAL TOTAL PRECIPITATION (Inches) BY STATE CLIMATIC DIVISIONS

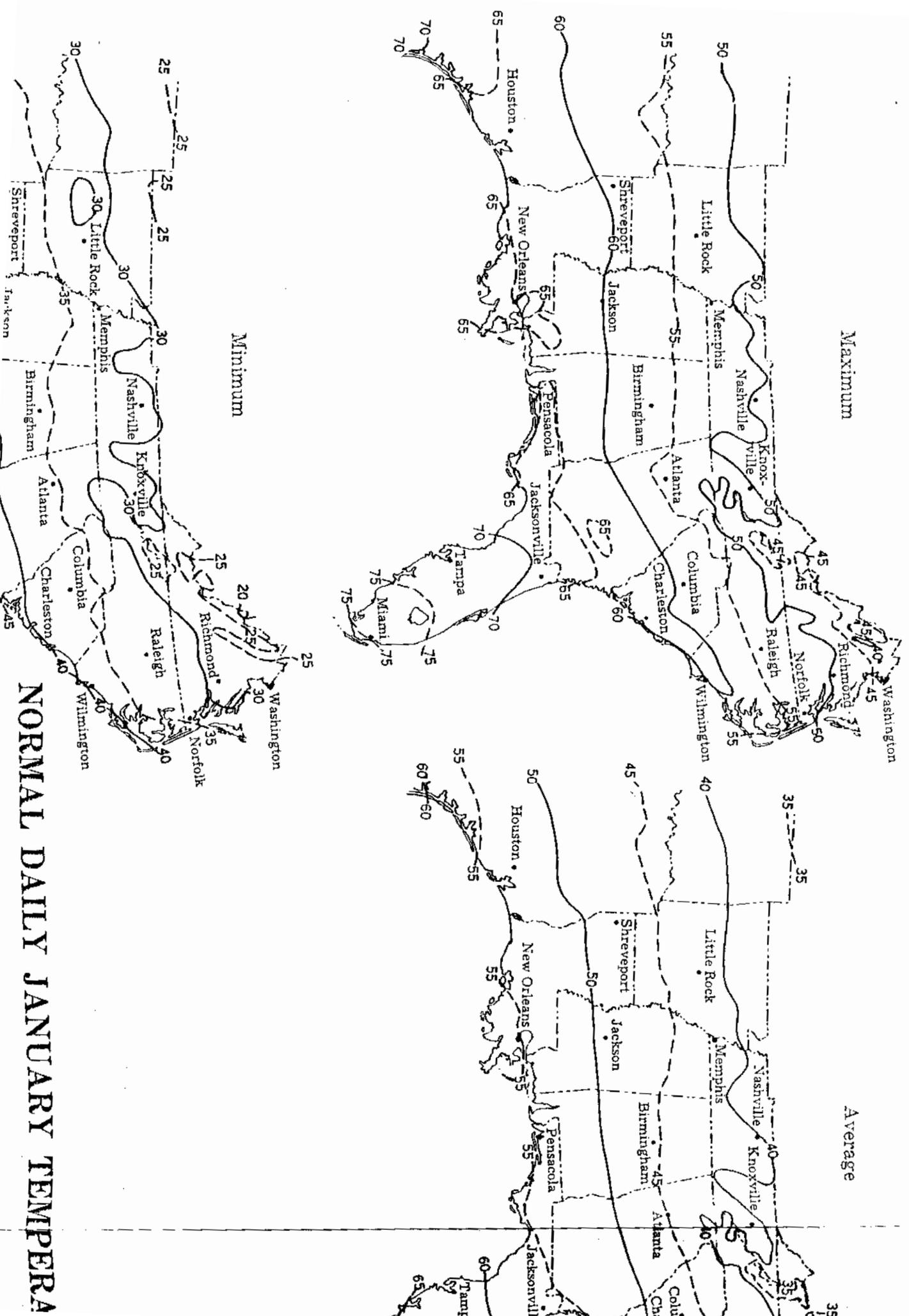
Reproduced from page 48 of "Climatic Atlas of the United States,"
Environmental Data Service, Environmental Science Services Adminis-
tration, U. S. Department of Commerce, 1968.



Distribución de la temperatura media del mes mas cálido (USDA, 1969)



Distribución de la temperatura media del mes mas frío
(USDA, 1969)



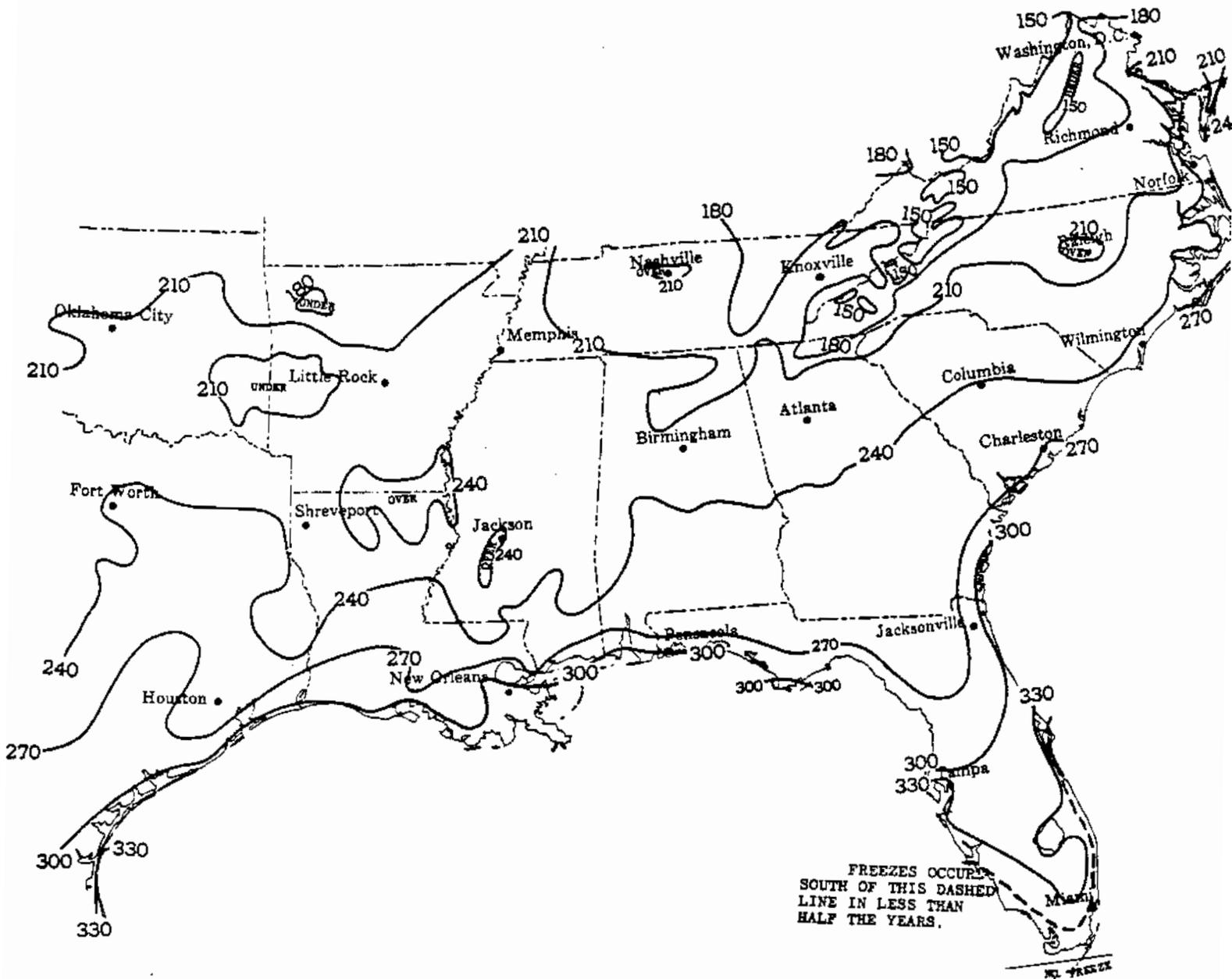
NORMAL DAILY JANUARY TEMPERA

Based on Period 1931-1960

ANEXO 5

Duración promedio del período libre de heladas (USDA, 1969)

Days between last 32° (F.) temperature in spring and first 32° temperature in autumn. Spring freezes are assumed to occur between January 1 and June 30; autumn freezes between July 1 and December 31. Table and map excerpted from pages 31 and 32, "Climatic Atlas of the United States," Environmental Science Services Administration, U. S. Department of Commerce.



ANEXO 6

FICHA INTRODUCTORIA

Fecha : / /
 Nombre empresa y/o propietario:
 Dirección de referencia:
 Nombre del establecimiento:
 Departamento:
 Sección Judicial: Sección Policial.....
 Paraje:
 Localización:
 N° Padrón / Padrones:

I- CASO N°

Historia del caso:

Especie:	
Fecha de instalación:	
Origen de plantines:	
Laboreo	Maquinaria: Labores: Fecha: / / Tipo: Parcial / Total
Control de plagas: Si / No	
Plantación: Manual / Mecánico	
Envase: Con / Sin	
Edad a plantación:	
Distancia de plantación:	
Fertilización	Dosis: Producto: Fecha: / /
Superficie	Inicial: Actual:
Densidad actual:	
Objetivo de plantación:	

Tratamientos post-plantación: Si No

	Producto	Dosis	Fecha	Método
Control de hormigas				
Fertilización				
Otros				

	Fecha	Porcentaje
Reposiciones		
Pérdidas		

Causas de las pérdidas:

.....

.....

.....

Manejo Silvicultural

		Fecha	Intensidad	Sistema	Volumen
Proyectado	Podas				
	Raleo				
Realizado	Podas				
	Raleos				

II – SANIDAD DE LOS ÁRBOLES

Buena / Regular / Mala
Causas:
Tratamientos:
Observaciones:

III – COMPONENTE SUELO

Muestra N°:
Pendiente:
Rociedad:
Erosión:
Material madre:
CIDE:
CONEAT:
Observaciones:

IV – VEGETACIÓN ASOCIADA

Planilla de Muestreo

Establecimiento:

Fecha:

Departamento:

Localidad:

Area (ha):

Posición topográfica:

Superficie de la parcela:

Anotador:

Observaciones:

Especie: *Quercus robur*
 Taxodium distichum

Clase DAP (cm)	DAP1 / DAP2 (cm)	Nº árboles / clase	H t (m)	H c (m)

PLANILLA PARA DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

LOCALIZACIÓN:
VEGETACIÓN NATURAL:
RELIEVE LOCAL:

MATERIAL GEOLÓGICO:
RELIEVE GENERAL:
PENDIENTE:

Horizonte	Espesor	Transición	Color	Moteado	Estructura	Revestimientos	Concreciones