

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

TOMO XXXVIII
BUENOS AIRES

Nº 8
REPUBLICA ARGENTINA

**Incorporación del
Ing. Agr. MILAN J. DIMITRI
Académico de Número**

**CONFERENCIA SOBRE ESTUDIO DENDROLOGICO
DE LAS ESPECIES ARBOREAS
CULTIVADAS EN LA ARGENTINA**



SESION PUBLICA
del
18 de Octubre de 1984

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Fundada el 16 de Octubre de 1909

Buenos Aires Avenida Alvear 1711 República Argentina

MESA DIRECTIVA

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| Presidente | Dr. ANTONIO PIRES |
| Vicepresidente | Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA |
| Secretario General | Dr. ENRIQUE GARCIA MATA |
| Secretario de Actas | Dr. ALFREDO MANZULLO |
| Tesorero | Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA |
| Protesorero | Dr. JOSE MARIA QUEVEDO |

ACADEMICOS DE NUMERO

Dr. HECTOR G. ARAMBURU
Dr. ALEJANDRO BAUDOU
Ing. Agr. JUAN J. BURGOS
Dr. ANGEL CABRERA
Ing. Agr. MILAN J. DIMITRI
Ing. Agr. EWALD A. FAVRET
Dr. GUILLERMO G. GALLO
Dr. ENRIQUE GARCIA MATA
Ing. Agr. RAFAEL GARCIA MATA
Dr. MAURICIO B. HELMAN
Ing. Agr. JUAN H. HUNZIKER
Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA
Ing. Agr. WALTER F. KUGLER
Dr. ALFREDO MANZULLO
Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO
Dr. EMILIO G. MORINI
Dr. ANTONIO PIRES
Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA
Dr. JOSE MARIA R. QUEVEDO
Ing. Agr. ARTURO E. RAGONESE
Dr. NORBERTO P. RAS
Ing. Agr. MANFREDO A. L. REICHART
Ing. Agr. LUIS DE SANTIS
Ing. Agr. ALBERTO SORIANO
Dr. EZEQUIEL C. TAGLE

ACADEMICO HONORARIO

Ing. Agr. Dr. NORMAN BORLAUG

ACADEMICOS CORRESPONDIENTES

Dr. TELESFORO BONADONNA (Italia)
Ing. Agr. GUILLERMO COVAS (Argentina)
Ing. Agr. JOSE CRNKO (Argentina)
Dr. CARLOS LUIS DE CUENCA (España)
Sir WILLIAM M. HENDERSON (Gran Bretaña)
Ing. Agr. ANTONIO KRAPOVICKAS (Argentina)
Ing. Agr. ARMANDO T. HUNZIKER (Argentina)
Dr. OSCAR LOMBARDERO (Argentina)
Ing. Agr. JORGE E. LUQUE (Argentina)
Dr. HORACIO F. MAYER (Argentina)
Ing. Agr. ANTONIO M. NASCA (Argentina)
Ing. Agr. LEON NIJENSOHN (Argentina)
Ing. Agr. SERGIO F. NOME HUESPE (Argentina)
Ing. Agr. RAFAEL PONTIS VIDELA (Argentina)
Dr. CHARLES G. POPPENSIEK (Estados Unidos)
Ing. Agr. RUY BARBOSA P. (Chile)

CONSIDERACIONES BASICAS PARA SU INVESTIGACION

Con motivo de la aprobación por parte del CONICET de un plan de investigaciones relacionado con el estudio racional de todas las especies de árboles que se cultivan en la actualidad en el país, y que tiene como objetivo final la publicación de una dendrología argentina, la tarea previa fue la de catalogar todas las especies típicas, variedades, cultivares y ecotipos, junto con muchas especies indígenas de gran valor forestal, pero cuyo potencial biótico suele verse disminuido debido a frecuentes aprovechamientos irracionales.

Hasta estos momentos forman parte de este catálogo 941 especies que figuran en obras especializadas argentinas y las que se van incorporando merced a las continuas recorridas que se realizan periódicamente. En esta primera etapa, el estudio se ha centrado principalmente en la provincia de Buenos Aires y sectores aledaños de provincias vecinas, lo mismo que el área de la ciudad de Buenos Aires y todo el Delta del Río Paraná.

Una precaución sumamente valiosa, cuando se desee implantar un monte forestal para el aprovechamiento económico de su madera o de los subproductos, es el de tratar de ir eligiendo aquellos ambientes naturales más apropiados para su mejor crecimiento y desarrollo. Cuando se trate de plantaciones con carácter ornamental o de simple curiosidad, naturalmente que no tienen tanta importancia las condiciones climáticas y edáficas, aunque nunca deben descuidarse los límites de tolerancia en lo que atañe a las temperaturas, particularmente

¹ Conferencia pronunciada el 18 de octubre de 1984, con motivo de la incorporación del autor como Académico de Número de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

las mínimas extremas o letales, las precipitaciones y su distribución a lo largo de los distintos períodos del año, los vientos y el tipo de suelo, tales como su estructura, reacción, profundidad, etcétera.

Las consideraciones y recomendaciones que se dan en esta contribución, tienen fundamental valor cuando se encaren planes nacionales, provinciales o municipales de forestación, puesto que nunca conviene improvisar cuando se intenta cosechar los mejores resultados.

A continuación se irán analizando los distintos factores ambientales, acotando toda una serie de interesantes aportes obtenidos por distintos investigadores.

LAS TEMPERATURAS

Por lo común todas las especies forestales tienen sus propias exigencias en lo que se refiere a las temperaturas, siendo las más favorables las que se producen durante el período vegetativo y distintas fases fenológicas delicadas, como la brotación y la floración. Asimismo cuando las temperaturas máximas o mínimas ascienden o descienden a ciertos valores críticos, el árbol no sólo puede sufrir, sino morir. Ello es muy notorio en los ejemplares juveniles. Para ejemplificar, baste señalar que tanto la "tipa" (*Tipuana tipu*), como el "jacarandá" (*Jacaranda mimosimolia*) o el mamuhu o "palo borracho" (*Chorisia speciosa*), que raramente se ven cultivados en climas templado-cálidos del país, donde las temperaturas mínimas del invierno, descienden a valores incompatibles con su existencia, especialmente al estado juvenil.

Clásicamente se agrupan a las especies, en lo que hace a sus exigen-

cias térmicas, en tres clases: A) **Especies megatermas**, propias de climas tropicales, donde la temperatura del mes más frío debe descender por debajo de los 16°C, pudiendo muchas de ellas sufrir o morir cuando la temperatura del aire durante la estación vegetativa baje tan sólo a 5°C. En la Argentina, salvo algunos pequeños bolsones en el extremo norte, no existen ni podrían cultivarse las especies megatérmicas, a no ser que llegue a seleccionarse ecotipos resistentes. Si bien se cultiva algo la "teka" (**Tectona grandis**) y la "caoba" (**Swietenia mahogani**), en contados puntos de la Argentina subtropical, ello debe considerarse una excepción, pero de ninguna manera sería aconsejable la implantación de montes forestales, pues el fracaso sería casi seguro.

B) **Especies mesotermas**, son designadas así a las plantas que viven en climas templado-cálidos, subtropicales y templados, pero donde la temperatura media del mes más frío es inferior a 16°C, aunque no por mucho tiempo inferior a 0°C. Dentro de este grupo, en la Argentina, es donde se cultivan los árboles forestales de mayor importancia económica, como muchos **Pinus**, **Eucalyptus**, **Populus** y **Salix**. Es oportuno señalar que dentro de los **Pinus**, **Populus** y **Salix** también hay especies micro o micro-mesotérmicas.

C) **Especies microtérmicas**, viven en climas frescos y fríos, con inviernos rigurosos, heladas severas, frecuentemente nevadas según la latitud y la altitud. Muchas Coníferas de los géneros **Abies**, **Picea**, **Larix**, **Chamaecyparis**, etc., son propias de estos climas, como así también latifoliadas de los géneros **Acer**, **Alnus**, **Betula** y **Fagus**.

Burgos y Vidal (1951) interpretan que la Argentina posee un **clima megatermal** en Formosa, este de Salta, oeste del Chaco, noreste de Santiago del Estero y una pequeña porción situada al oeste de la extremidad norte de las Sierras de Córdoba, sobre las Salinas Grandes, pero donde las temperaturas mínimas descienden a valores incompatibles. Agregan que los **climas microtermales** están muy es-

casamente presentes en la Argentina, extendiéndose por el oeste de Chubut, oeste y sur de Santa Cruz, la Tierra del Fuego, Islas Malvinas y la mayor parte del Desierto Alto-Andino. Los **climas de Tundra** y los **Helados** están circunscriptos a las altas cumbres de los Andes, Islas Orcadas y Antártica. Consideran que la mayor parte del territorio del país tiene un **clima mesotermal** y que es el que interesa en el desarrollo del plan nuestro.

Como en la Argentina, salvo contadas excepciones, en lo que se refiere a especies arbóreas, no existen los dos extremos (ni megatérmicas ni microtérmicas), se han agrupado las especies cultivadas de la siguiente manera:

1) **Arboles de aptitud meso-megatérmica**. Son los que comparten parcialmente las características de ambas, pero con una preponderancia de la condición mesotérmica. Dentro de este grupo son muy cultivados: **Pinus caribaea**, **P. elliotii**, **P. taeda**, **Araucaria angustifolia**, **Cedrella fissilis**, **Aspidosperma australe**, **Cordia trichotoma**, **Paulownia fortunei** var. **mikado**, **Tabebuia impetiginosa**, **Eucalyptus citriodora**, etcétera.

2) **Arboles de aptitud mesotérmica**. Requieren una temperatura media anual de 15 a 20°C y una humedad abundante, por lo menos durante el período vegetativo. Se hallan dentro de este grupo la mayor cantidad de especies, aunque no siempre las de mayor cultivo forestal: **Pinus canariensis**, **P. halepensis**, **P. pinaster**, **P. pinea**, **P. radiata**, **Taxodium distichum**, **T. mucronatum**, **Cupressus funebris**, **P. C. lusitanica**, **C. sempervirens**, **Casuarina cunninghamiana**, **Populus deltoides**, **Salix alba**, **S. x argentinensis**, **Juglans nigra**, **Quercus borealis**, **Q. ilex**, **Q. palustris**, **Q. robur**, **Ulmus procera**, **Grevillea robusta**, **Platanus x acerifolia**, **Acacia delbata**, **A. mearnsii**, **Gleditsia triacanthos**, **Robinia pseudo-acacia**, **Melia azedarach**, **Tilia x moltkei**, **Eucalyptus spp.**, **Fraxinus excelsior**, **F. pennsylvanica**, etcétera.

3) **Arboles de aptitud meso-microtérmica**. En este grupo se han incluido todas aquellas especies mesotér-

micas, pero que sin embargo poseen cierta particularidad propia de las microtérmicas, es decir, que prosperan en climas bastante frescos, pero sin esos excesos de temperaturas mínimas, que para las verdaderas microtérmicas suelen descender a 20°C bajo cero. Algunas de las especies actualmente bajo cultivo de este grupo son: **P. griffithii**, **P. jeffreyi**, **P. ponderosa**, **P. strobilus**, **Pseudotsuga menziesii**, **Sequoiadendron giganteum**, **Cupressus macrocarpa**, **Thuja plicata**, **Populus alba**, **Fagus sylvatica**, **Acer pseudo-platanus**, **Eucalyptus dalrympleana**, etcétera. Las temperaturas ambientales debieran ser las de una media del mes más frío entre 7 y 10°C y la del mes más cálido entre 15 y 20°C.

4) **Arboles de aptitud micro-meso-térmica.** La temperatura media del mes más frío tendría que fluctuar entre 8 y 15°C. Algunas de las especies más características son: **Abies alba**, **Larix decidua**, **Picea engelmannii**, **P. pungens**, **P. sitchensis**, **Pinus contorta**, **Thuja plicata**, **Betula pendula**, **Carpinus betulus**, etcétera.

Pero no debe llamar la atención, y podrá presentarse el caso con alguna frecuencia, que una misma especie llegue a prosperar en distintos grupos. Ello puede deberse a la estrecha diferencia térmica que existen entre grupos vecinos, o a la gran plasticidad ecológica de la especie. No obstante ello, se interpreta que el agrupamiento propuesto puede servir muy bien de orientación al implantarse un monte forestal.

También es preciso tener en cuenta que los datos termométricos de las casillas meteorológicas no siempre reflejan fielmente las condiciones del lugar, ya que los vegetales reciben sus requerimientos calóricos tanto de la absorción atmosférica, como de la radiación directa del sol.

Sakai y Weiser (1973, citado por Krames y Koslowski, pág. 658, Tab. 17.5, 1979), presentan un cuadro con las variaciones en la resistencia a las heladas y las temperaturas mínimas en el límite norte de su área de dispersión, de algunas especies que también se cultivan en el país:

Betula papyrifera, es extremadamente resistente, descendiendo la temperatura en su límite norte de dispersión natural por debajo de 46°C bajo cero, y una resistencia al congelamiento por debajo de 80°C bajo cero.

Liquidambar styraciflua, es resistente, variando la temperatura mínima extrema en su área norte de dispersión entre 18 y 20°C bajo cero, con una resistencia al congelamiento hasta de 30°C bajo cero.

Magnolia grandiflora, resistente, variando la temperatura mínima extrema en su límite norte de dispersión entre 9 y 12°C bajo cero, soportando una temperatura hasta de 20°C bajo cero.

Populus deltoides, extremadamente resistente, fluctuando las temperaturas mínimas extremas en su límite norte de dispersión, entre 32 y 34°C bajo cero y una resistencia al congelamiento por debajo de los 80°C bajo cero.

Ulmus americana, muy resistente, con un límite térmico en el extremo norte de su dispersión natural entre 37 y 46°C bajo cero, y una resistencia al congelamiento hasta de 50°C bajo cero.

Schimper (1903, citado por Toumey y Korstian, 1947) ha determinado que muchas especies árticas soportan temperaturas hasta de 60°C bajo cero durante la estación invernal, lo que es factible para algunas especies de los géneros **Populus**, **Salix**, **Picea** o **Abies**. Pero no obstante ello, suelen ser tan sensibles a las bajas temperaturas durante la estación vegetativa como las especies tropicales. De aquí también los perjuicios de las heladas tardías.

LAS PRECIPITACIONES

Posiblemente sean éstas uno de los factores ambientales más limitantes para la existencia de bosques naturales y de los cultivados sin riego. Mucha importancia tiene la disponibilidad de agua a nivel de las raíces, así como la época en que se producen, siendo muy beneficiosas las que ocurren durante la estación de crecimiento, si bien las precipitaciones in-

vernales, particularmente la nieve, provee al suelo de la humedad adecuada durante la primavera.

Cuando se desee tener una idea inicial para la posibilidad de implantar un monte forestal en un lugar donde no existan árboles o las especies existentes sean totalmente distintas en sus exigencias ecológicas, conviene conocer la relación que pueda existir entre la precipitación y la evaporación, ambas en mm, lo que dará un índice de la posibilidad o fracaso de la implantación:

Relación P/E

| | |
|----------------------------------|---|
| Menor de 0,2 (20 %) | Desierto o estepa muy árida |
| Entre 0,2 y 0,6 (20-60 %) | Vegetación tipo estepario |
| Entre 0,6 y 0,85 (60-85 %) | Vegetación tipo pradera o pradera estepoide |
| Más de 0,85 ((85 %) | Bosque o selva |

Gausson, citado por Dajoz (1979), considera que el carácter xérico se establece cuando los valores pluviométricos mensuales, expresados en milímetros, son inferiores al doble de los valores de la temperatura media mensual, expresado en grados centígrados. A su vez, Martonne (cfr. Dajoz 1979), propone un índice de aridez aplicando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

donde P = a la pluviometría anual expresado en milímetros y T = la temperatura media anual en grados centígrados. Si se desea calcular el índice de aridez para un mes determinado se debe aplicar esta otra fórmula:

$$i = \frac{12 \times p}{t + 10}$$

donde los valores de p y t son los mensuales.

Estos índices serán tanto más bajos, cuanto más árido sea el clima. Para Biarritz con 1.182 mm anuales de precipitación y 14°C de temperatura el valor es 49. Para la Argentina hemos obtenido algunos de los siguientes valores:

| | |
|----------------------------|----|
| Prov. de Misiones | |
| Iguazú | 52 |
| Posadas | 57 |
| Prov. de Formosa | |
| Formosa | 41 |
| Las Lomitas | 33 |
| Prov. de Corrientes | |
| Corrientes | 45 |
| P. de los Libres | 46 |
| Prov. de Entre Ríos | |
| La Paz | 36 |
| Guauguaychú | 36 |
| Prov. del Chaco | |
| P. R. Sáenz Peña | 33 |
| Col. Castelli | 34 |

Tipo esperado de vegetación

| | |
|---------------------------------|----|
| Prov. de Santa Fe | |
| Ceres | 30 |
| Rosario | 35 |
| Prov. de Buenos Aires | |
| La Plata | 42 |
| Mar del Plata | 40 |
| Castelar | 38 |
| Isla M. García | 36 |
| Patagones | 17 |
| Prov. de Jujuy | |
| La Quiaca | 16 |
| Jujuy | 36 |
| Prov. de Salta | |
| Salta | 26 |
| Rivadavia | 21 |
| Prov. de Sgo. del Estero | |
| Añatuya | 21 |
| Sgo. del Estero | 16 |
| Provincia de Tucumán | |
| La Cocha | 26 |
| Tucumán | 36 |
| V. Nougés | 62 |
| Prov. de La Rioja | |
| Chilecito | 8 |
| La Rioja | 11 |
| Prov. de Catamarca | |
| Andalgalá | 18 |
| Tinogasta | 10 |
| Catamarca | 13 |
| Prov. de San Juan | |
| Jachal | 5 |
| San Juan | 3 |
| Prov. de Mendoza | |
| Puente del Inca | 46 |
| San Rafael | 14 |
| San Carlos | 15 |

| | |
|-------------------------|----|
| Prov. de Córdoba | |
| Córdoba (P. Bl.) | 27 |
| V. Dolores | 22 |
| Río Cuarto | 30 |

del exceso y deficiencia de agua. Se ocupan también del balance hídrico acompañando mapas donde señalan los excesos o deficiencias de agua.

Sobre la base del Índice Hídrico de Th.,
 $100 \times$ exceso de agua - $60 \times$ déficit de agua

necesidad de agua

| | |
|----------------------------|----|
| Prov. de San Luis | |
| C. Pringles | 27 |
| San Luis | 20 |
| Prov. de La Pampa | |
| G. Pico | 27 |
| Sta. Isabel | 13 |
| G. Acha | 19 |
| Prov. de Neuquén | |
| Chos Malal | 11 |
| Cutral-Có | 8 |
| Las Lajas | 18 |
| Prov. de Río Negro | |
| Cipolletti | 9 |
| Choele-Choel | 16 |
| El Bolsón | 42 |
| S. C. de Bariloche | 59 |
| Maquinchao | 9 |
| S. A. Oeste | 11 |
| Isla Victoria | 88 |
| Prov. de Chubut | |
| Camaronas | 8 |
| Sarmiento | 12 |
| Esquel | 26 |
| Prov. de Santa Cruz | |
| G. Gregores | 9 |
| P. Moreno | 6 |
| S. Julián | 12 |
| R. Gallegos | 9 |
| El Turbio | 26 |
| Cº Fitz Roy | 47 |
| Tierra del Fuego | |
| Ushuaia | 37 |
| Río Grande | 25 |

Los climas áridos tienen índices de valor negativo y los húmedos positivos. Los Perhúmedos que no existen en la Argentina tienen un valor de 100 o más y los áridos -40 a -60, situándose los húmedos entre valores de 400 a 100.

De acuerdo con las exigencias en agua, las especies arbóreas pueden agruparse de la siguiente manera:

a) **Especies arbóreas xerófilas**, se aplica a los árboles que viven de preferencia en ambientes áridos y semi-áridos, suelen presentar hojas reducidas o esclerificadas, tormentosas, a veces con los estomas protegidos en criptas, adquiriendo comunmente el tipo retamoide, como se presenta el "itín" (*Prosopis kuntzei*). La implantación de montes forestales en climas xerófilos, casi siempre sólo puede llevarse a cabo con el auxilio del riego, como acontece en Cuyo y en los valles de los ríos Limay, Neuquén, Negro o Chubut. Las mejores cortinas protectoras contra el viento están constituidas en dichas regiones por *Populus nigra* CV. *Italica*, *P. alba* f. *pyramidalis* y *Cupressus macrocarpa*.

b) **Especies arbóreas mesófilas**. Son todos aquellos árboles que viven en ambientes intermedios de humedad, requiriendo una constante disposición de agua, aunque en cantidad moderada. La mayoría de los forestales que se cultivan en el país, son mesófilos.

Por lo tanto en la nutrida lista de taxa, el interesado podrá hallar el más alto porcentaje, tanto de especies mesófilas, como mesotérmicas.

c) **Especies higrófilas**. Son árboles que viven y se desarrollan en ambientes con muy elevada humedad, tanto en el suelo, como en la atmósfera, ligado todo ello a una abundante pre-

El Índice de Aridez de Thornthwaite

$$= \frac{100 \times d}{n}$$

donde n corresponde a las necesidades de agua de la vegetación y d al déficit durante el período seco.

Burgos y Vidal (1951) analizan el método empírico de Thornsthaite con el propósito de determinar el cálculo de la **evapotranspiración potencial** y del **balance hídrico**, diseñando sendos mapas con la evapotranspiración potencial o necesidad de agua, así como

precipitación. Conviene revisar el subcapítulo relativo a las precipitaciones, ya que distintos autores como Gausen, Martonne, Thornthwaite y Burgos y Vidal, se han ocupado del tema.

En lo que respecta a la posible implantación de montes cultivados, puede tomarse con un carácter general que, las áreas más húmedas de las selvas tucumano-boliviana y misionera, así como las regiones de Puerto Blest, Laguna Frías, Brazos Norte y Sur del Lago Menéndez en Chubut y el vecino lago Cisne, son zonas netamente higrófilas, si bien como se hallan dentro de los Parques Nacionales Nahuel Huapi y Los Alerces, no pueden ser dedicadas a estos tipos de forestación, pero sin duda servirán de ejemplo para ubicar otras áreas andino-patagónicas, con una estructura de vegetación similar.

Entre algunas especies higrófilas de Misiones deben mencionarse al "palo rosa" (*Aspidosperma polyneuron*), al "palmito" (*Eurterpe edulis*) y los lugares donde crecen los "chachí" del género *Alsophila*. En los bosques andino-patagónicos son especies bien higrófilas el "hua huan" (*Laurelia philippiana*), "maníu hembra" (*Saxegothaea conspicua*), "alerce" (*Fitzroya cupressoides*).

Entre los forestales de origen subtropical que se cultivan en la Argentina, pueden mencionarse como higrófilas al "kiri" (*Paulownia fortunei* var. *mikado*), la "teka" (*Tectona grandis*) y la "caoba" (*Swietenia mahoganii*).

d) **Especies hidrófilas.** Ciertos árboles, tales como el "ciprés calvo" (*Taxodium distichum*), crecen en ambientes inundados, si bien también lo hacen en otros ambientes; en el primero de los casos desarrollan los neumatóforos, que son órganos de aireación del sistema subterráneo. Así también se comporta el "seibo" (*Erythrina crista-galli*), en el Delta del Paraná y en las áreas inundadas de las Cataratas del Iguazú. En cambio, *E. falcata* es propia de la selva de suelos no inundados.

Mc Dougall, citado por Clark (1976, pág. 142), ha ideado un gráfico muy objetivo. Sobre el eje de las ordena-

das señala las precipitaciones en milímetros y sobre el de las abscisas la temperatura media en grados centígrados. Analizando el gráfico puede deducirse que la condición de humedad o de aridez están en relación estrecha con ambos valores, a los que debe sumarse la altitud y la latitud. Para climas fríos una precipitación anual hasta de 500 mm, daría por resultado un clima húmedo, como sucede con Ushuaia y Punta Arenas en Chile; pero esa cantidad de precipitación es totalmente insuficiente para localidades ubicadas hacia el norte. Tanto es así que para San Carlos de Bariloche, Isla Victoria o Iguazú, las precipitaciones son del orden de los 1.081, 1.644 y 1.700 mm, respectivamente.

Trazando una serie de curvas, Mc Dougall ha determinado distintos tipos de clima que califica de muy húmedos, húmedos, semihúmedos, semiáridos y áridos. Ejemplificando ello para el país, algunas de las localidades y sus zonas de influencia se ubicarían en la siguiente manera:

- Clima muy húmedo: Isla Victoria, Puerto Blest y Brazos Norte y Sur del lago Menéndez.

- Clima húmedo: Iguazú, este de Formosa y del Chaco, La Plata, Ushuaia, Villa Nogués, etcétera.

- Clima semihúmedo: Jujuy, Río Cuarto, San Luis, Bahía Blanca, El Turbio (Santa Cruz), etcétera.

- Climas semiáridos: San Antonio Oeste, San Julián, etcétera.

- Clima árido: San Juan .

Estos son solamente algunos ejemplos, ya que consultando y analizando los registros meteorológicos o los trabajos publicados por algunos autores, tales como el mencionado de Burgos y Vidal (1951), así como los valores del índice de aridez de Martonne y otros autores, se tendrá una noción cabal del panorama climático general de la Argentina. Para Martonne un valor índice superior a 30 determinaría **condiciones de no aridez**.

LA LUZ

La luz desempeña un papel fundamental en el proceso fotosintético; no

obstante ello, parece ser que aun con escasa luminosidad los árboles pueden vivir, pero nunca habrán de crecer o desarrollarse, como cuando ocurre con valores buenos u óptimos.

De acuerdo a su mayor o menor adaptabilidad a las condiciones luz, las especies arbóreas pueden agruparse clásicamente de la siguiente manera:

a) **Especies heliófilas.** Son las que requieren gran aporte lumínico, factor que es menester tener muy en cuenta cuando se vaya a implantar un monte forestal, del que se espera un buen rendimiento económico, con el propósito de darles a cada individuo de la masa forestal la distancia más conveniente y obtener los mejores fustes, en lo posible con el menor número de ramas laterales, que son las que producen nudos.

Dentro del género **Araucaria**, se hallan especies con distinta necesidad de luz. Por ejemplo, **A. bidwillii**, originaria de Australia, puede clasificarse como una especie esciófila, manteniendo todo su ramaje desde la base. En cambio **A. araucana** y sin dudas **A. angustifolia** se comportan como heliófilas. La primera de ellas, según las observaciones realizadas por el autor, cuando es al estado de plántula necesita la sombra del matorral que le produce el "ñire" (**Nothofagus antarctica**) o la "lenga" (**N. pumilio**). En las comunidades vistas en las sierras de Chachil y del Rucachoroy (Neuquén), se comporta así al principio, aprovechando la sombra y el abrigo de esos matorrales, para luego eliminarlos totalmente, cuando va alcanzando el estado adulto.

b) **Especies esciófilas.** Son árboles que viven de preferencia en sitios sombríos o de escasa luminosidad, siendo típicos los que crecen en los estratos inferiores de un bosque y aun más objetivo, de una selva tropical y subtropical. Presentan por lo común las hojas con una simetría dorsoventral y la epidermis delgada, estando los estomas escasamente protegidos.

En la región de los Montes Rocallosos de Norte América, **Pinus contorta** var. **latifolia** suele crecer asociado a **Picea engelmannii**, pero constitu-

yendo un estrato arbóreo de menor altura, vale decir, es una especie dominada. Pero cuando se elimina a **Picea engelmannii**, especialmente por el fuego, que a su vez favorece la apertura de los conos del pino, entonces se vuelve una especie dominante.

Si económicamente fuera factible, debe dejarse asentado que la máxima utilización de un rodal o de un stand, sería el de combinar adecuadamente especies heliófilas con esciófilas, ya que no obstante ocupar aparentemente el mismo espacio físico, sin dudas que tienen distinto nicho ecológico.

Según Baker (1950, Principles of Silviculture), adaptado por Kramer y Koslowsky (op. cit., pág. 635), la tolerancia a la sombra de algunas especies arbóreas sería la siguiente, señalándose con una x las que más se cultivan en la Argentina:

A) Especies arbóreas muy tolerantes a la sombra:

- a. Coníferas
 - x **Abies balsamea**
 - A. lasiocarpa**
 - x **Juniperus scopolorum**
 - x **Tsuga canadensis**
 - Ts. heterophylla**
- b. Angiospermas
 - Acer saccharum**
 - Cornus florida**
 - Fagus grandifolia**
 - Ilex opaca**
 - Ostrya virginiana**

B) Especies forestales tolerantes a la sombra:

- 1. Coníferas
 - Abies concolor**
 - Picea glauca**
 - P. mariana**
 - P. rubens**
 - P. sitchensis**
 - x **Sequoia sempervirens**
- 2. Angiospermas
 - Acer macrophyllum**
 - A. rubrum**
 - A. saccharinum**
 - Aesculus spp.**
 - Lithocarpus densiflora**
 - Tilla americana**

C) Especies forestales con tolerancia intermedia a la sombra:

- 1. Coníferas
 - x **Pinus elliottii**
 - P. lambertiana**
 - P. monticola**

- x *P. strobus*
- x *Pseudotsuga menziesii*
- Sequoiadendron giganteum**
- 2. Angiospermas
 - Betula alleghaniensis**
 - Fraxinus americana**
 - Quercus alba**
 - x *Q. borealis*
 - Q. vellutina**
 - Ulmus americana**
- D) **Especies forestales intolerantes a la sombra:**
 - 1. Coníferas
 - Abies procera**
 - Pinus echinata**
 - x *P. contorta* (?)
 - x *P. ponderosa*
 - P. resinosa**
 - x *P. taeda*
 - 2. Angiospermas
 - Betula papyrifera**
 - Carya glabra**
 - C. ovata**
 - x *Juglans nigra*
 - x *Liquidambar styraciflua*
 - Prunus serotina**
- E) **Especies forestales muy intolerantes a la sombra:**
 - 1. Coníferas
 - Larix laricina**
 - Larix occidentalis**
 - Pinus albicaulis**
 - x *P. banksiana*
 - P. palustris**
 - P. sabiniana**
 - 2. Angiospermas
 - Betula populifolia**
 - x *Populus deltoides*
 - P. tremuloides**
 - x *Robinia pseudo-acacia*
 - x *Sall* spp.

EL SUELO FORESTAL

Indudablemente que dentro del presente estudio va a ser preciso analizar detalladamente cuáles son las mejores condiciones edáficas para las distintas especies forestales. Las características de un buen suelo forestal depende mucho de su textura, determinada por el tamaño y agregación de las partículas, de los nutrientes, de la profundidad, humedad, aireación, pH. Suelos bien profundos son aquellos con no menos de un metro de pro-

* Spruce es el nombre vulgar del género *Picea* en inglés.

fundidad, lo que permite un buen desarrollo radicular. También se expresa que los suelos superficiales son aquellos en los cuales las raíces no pueden penetrar a más de 0,50 m de hondo. Sin embargo, en la región andino-patagónica se puede observar altos fustares de *Nothofagus* y *Austrocedrus* en suelos muy someros, a poco menos de 0,50 m de la roca madre. Es muy frecuente ello en zonas montañosas.

Pero en términos generales un buen suelo forestal debería ser profundo, poroso y de reacción ácida, con excepción de algunas especies, que como son los casos de *Prosopis* y *Celtis*, el suelo descansa sobre un estrato neutro o alcalino. Toumey y Korstian (op. cit., pág. 80), expresan que el crecimiento, desarrollo, productividad y longevidad, la forma, la calidad de la madera, la tolerancia y reproducción están influenciados, o bien pueden ser modificados en los árboles, por el tipo de suelo.

Resulta oportuno traer a colación lo que el autor observara en Caleta de la Colina (Hill Cove) de la Gran Malvina. Allí existe un establecimiento ganadero que además ha forestado con diversas especies exóticas, tales como *Populus aff. alba*, *Pinus sylvestris*, *Picea sitchensia*, etcétera. Este Spruce *, según el señor Lionel Blake, administrador de la estancia, durante los primeros 25-30 años, tuvo un desarrollo precario, pero a partir de esa edad, crecieron y desarrollaron magníficamente, formando (año 1974) un monte extenso y denso, donde las plantas florecían y producían abundantes conos y semillas fértiles, reproduciéndose intensamente. Supone el señor Blake que, o bien las plantas encontraron al principio un estrato subterráneo impenetrable para las raíces, luego de lo cual pudieron perforarlo, o no tuvieron a su alcance el hongo micorrítico específico, pudiendo posteriormente obviar este inconveniente, máxime que muchas especies echan mano de otros hongos micorríticos. *Picea sitchensia* es una excelente especie para forestar ciertos sitios de las Malvinas, aunque no todos, ya que prospera mal en la zona de Puerto San Carlos y en Puerto Argentino,

donde es superado por **Cupressus macrocarpa**.

Reichart (1966), al referirse a la relación entre los suelos y la producción forestal, manifiesta que en la Argentina las zonas boscosas naturales, implantadas en áreas con precipitaciones relativamente elevadas, han dado origen a los siguientes tipos de suelos, bajo procesos pedogénicos, con predominio de lixiviación.

- **Latosoles**, en Misiones y el extremo NE de Corrientes, pardo-rojizos
- **Pardos no cálcicos y planosólicos** del Chaco.
- **Pardos forestales** del Aconquija (Tucumán).
- **Canela y canela rojizos** de Orán (Salta).
- **Pardos de bosque** de la región andinopatagónica.

Presentan las siguientes características generales:

- Horizontes bien definidos.
- Gran estabilidad física.
- Porosidad favorable.
- Bajo peso específico aparente.
- Buena movilidad del agua.
- Drenaje interno favorable.
- Moderado a elevado contenido de materia orgánica.
- Moderada disponibilidad de nutrientes, contenidos principalmente en el humus.
- Microflora y microfauna abundante.

Manifiesta Reichart (op. cit.) que un factor importante es el que se refiere a la movilidad y disponibilidad de agua en el suelo. Establece que los suelos forestales tienen una gran capacidad y velocidad de absorción de agua, que se pierde rápidamente al eliminar el

¹ Entre los días 16 y 21 de septiembre de 1963, al celebrarse en Buenos Aires la Conferencia Latinoamericana para el Estudio de las Regiones Áridas, el Comité Argentino puso de relieve que en el país la región húmeda cubre algo menos del 25 % de la superficie nacional, la región semiárida alrededor del 15 % y la árida aproximadamente el 60 %. Vale decir que el 75 % del área territorial argentina sufre problemas de aridez en mayor o menor proporción.

bosque y destinarlos a la agricultura, por destrucción de la materia orgánica, degradación de la estructura, formación de horizontes poco permeables, compactación superficial y pérdida de agua por escurrimiento y evaporación.

Recomienda la implantación de parcelas experimentales bajo diferentes condiciones edáficas, variados sistemas de manejo y estudio comparativo de la velocidad de crecimiento, calidad de la materia prima producida, comportamiento frente a factores de clima y de plagas y enfermedades.

Finalmente, para valorar la aptitud forestal de un suelo, sugiere estudiar y conocer lo siguiente:

- Textura del suelo.
- Estructura.
- Profundidad.
- Peso específico aparente.
- Porosidad.
- Grado de humedad.
- Características hídricas.
- Movimiento del agua en el suelo.

Expresa que poco a poco se ha hecho en el país, en lo referente a suelos forestales:

- Trabajos de drenaje.
- Surcado en curvas de nivel.
- Encalado.
- Fertilización, etcétera.

ENSAYO DE DIVISION DEL PAIS EN AREAS DESTINADAS A LA FORESTACION

Cozzo (1976) se ocupa, entre otras cosas, de la plantación en áreas especiales, recomendaciones que es necesario tener muy en cuenta cuando se desee obtener éxito en condiciones de clima o de suelo no comunes.

a) **Plantaciones en arenas o dunas costeras.** Las especies más empleadas son *Pinus radiata* y *P. pinaster* y en menor escala *P. halepensis* y *C. macrocarpa*. A su vez, *P. thunbergii*, aunque de crecimiento lento, tiene la particularidad de resistir bien las brisas del mar y el recubrimiento tan común de la arena por motivo del viento. En las dunas atlánticas al sur de Río Negro, con una precipitación

de sólo 300 mm, expresa que únicamente puede emplearse **P. halepensis**. Como especies fijadoras o colonizadoras previas se echa mano del "transparente" (**Myoporum laetum**) "tamarisco" (**Tamarix gallica**). **Acacia longifolia**, **A. saligna** y otras especies frugales y rústicas.

b) En arenas de médanos (mediterráneos). Dan muy buenos resultados **Eucalyptus viminalis** y **E. camaldulensis**, así como **P. halepensis**, **P. pinea** y **Ulmus pumila**, resistentes en alto grado a las sequías, que es otro de los inconvenientes para especies mesófilas. En regiones con adecuada precipitación y de un clima templado, son muy adecuadas las forestaciones con **Populus**, habiéndose observado que los resultados son mejores en médanos vivos que en los fijados, ya que no tienen la competencia de las raíces de las especies nativas.

En el oeste de la provincia de Buenos Aires, con precipitaciones de unos 770 mm y una evapotranspiración de 809 mm. Cita a Ubeda Molina (1961, Observaciones forestales en los Partidos de Caseros, Pellegrini y Trenque Lauquen del oeste de la provincia de Buenos Aires. Rev. For. Arg. v (4):115), quien manifiesta que en esta región tienen buen crecimiento **Eucalyptus viminalis**, **E. macarthuri**, **E. cinerea** y **E. sideroxylon**. Entre las coníferas se destacan **P. radiata**, luego **P. pinaster** y **P. halepensis**. También prospera muy bien el "olmo del Turquestán" (**Ulmus pumila**).

c) Forestación en regiones áridas y semiáridas. Destaca Cozzo (op. cit.) que las 2/3 partes del territorio argentino recibe menos de 500 mm anuales de precipitación. Se deberá pues recurrir al riego en las primeras o a ciertas prácticas culturales a fin de conservar mejor la humedad en las semiáridas. **Pinus halepensis** y **Eucalyptus camaldulensis** soportan condiciones de aridez, salinidad, escasa profundidad del suelo y encharcamientos, pero donde el suelo adquiere mejores condiciones, entonces conviene utilizar **E. viminalis**, prosperando bien **Cupressus macrocarpa** y **C. sempervirens**. Agrega que en las zonas secas de la provincia de Chubut,

con una precipitación de sólo 200 mm, principalmente invernales, vientos constantes y fuertes heladas, las especies que mejor se adaptan son: **Eucalyptus camaldulensis**, **Pinus halepensis**, **Cupressus macrocarpa**, **Ulmus pumila**, **Schinus molle** y **Tamarix** spp. En las bardas de las barrancas de los ríos Limay y Neuquén, donde los vientos suelen alcanzar hasta 100 km/h y los suelos son pobres y pedregosos, los inviernos muy fríos y en verano con temperaturas hasta de 40°C, las mejores especies arbóreas son: **Cupressus arizonica**, **C. sempervirens**, **Eucalyptus camaldulensis**, **Ulmus pumila** y **Pinus halepensis**, aunque el desarrollo de estas especies es precario.

Este mismo autor (Cozzo, 1981, Rev. As. For. Arg.) realiza y presenta un trabajo sumamente objetivo en lo que se refiere a consideraciones de la importancia ecológica del bosque o monte indígena, como a las especies que podrían cultivarse con mejores resultados. Presenta un mapa del país que divide en cuatro regiones, ateniendo a las precipitaciones: **Región húmeda**, **R. subhúmeda**, **R. semiárida** y **R. árida**, siendo las más valiosas para estas últimas especies tales como **Pinus halepensis**, **Eucalyptus camaldulensis** (con sus biotipos e híbridos naturales, **Cupressus sempervirens** y especies afines, junto con la gran variación de formas que fluctúan entre las erectas y las horizontales, y que el autor considera que son de gran valor forestal; recomienda también **Ulmus pumila** u "olmo del Turquestán".

Un capítulo que debe tenerse en cuenta es el que se refiere a **Nuevos planes de introducción** de especies adaptadas a regiones áridas y semiáridas y que deberían experimentarse en el país, a fin de disponer del mayor potencial de especies forestales para los más distinguidos ambientes ecológicos, citando diversas entidades botánicas de los géneros **Eucalyptus**, **Acacia**, **Tetraclinis**, **Azadirachta**, **Conocarpus**, **Prosopis**, **Boscia**, **Zizyphus**, **Pinus**, **Casuarina**, **Albizzia**, etcétera.

Sobre la base de todas las consideraciones de carácter climático, edáfico y silvicultural, las que es preciso

tener muy en cuenta cuando se de-see lograr pleno éxito en los planes nacionales o regionales de forestación y reforestación, el autor ha intentado, como una primera aproximación, presentar una división del país en tres áreas naturales, subdivididas a su vez en subáreas húmedas, subhúmedas o subáridas y áridas.

Se recomienda efectuar antes de emprender cualquier plan, estudiar a fondo las condiciones del clima, las características del suelo y por sobre todas las cosas revisar prolijamente el catálogo sistemático de las especies arbóreas, muchas de las cuales pasan desapercibidas, echándose mano continuamente de un "stock" reducido y repetido de forestales.

Las condiciones del país no son iguales para todo su amplio territorio, ni tampoco siempre un bosque cultivado debe tener por objetivo obtener el mayor volumen de madera. Porque si bien ello es de capital importancia para la Argentina, aun deficitaria en producción maderera y subproductos, es preciso recordar que una inmensa región requerirá la implantación de macizos forestales de protección contra las inclemencias del clima (Patagonia), contra la erosión eólica (La Pampa, sur de Córdoba, Oeste de la Provincia de Buenos Aires y de San Luis, etc.), la protección de las cuencas hidrográficas en zonas de sierras y montañas (Salta, Jujuy, Tucumán, región andino-patagónica, etcétera).

Recordemos que la inmensa Patagonia árida, con unos 700 mil kilómetros cuadrados de superficie y una población minúscula, deberá en buena medida su porvenir poblacional a las forestaciones que deben realizarse. Solamente el que ha vivido, como el autor, tantos años en esa apartada región de la Argentina, aún poco desarrollada, comprenderá cuáles son las condiciones climáticas de la misma. Se impone un plan regional de forestación en el más breve plazo.

I. Las áreas naturales para la implantación de montes subtropicales.

A) **Subárea húmeda.** Abarca Misiones, Corrientes, casi toda la provincia de Entre Ríos, el este de Formosa, del

Chaco y de Santa Fe y el área que ocupa la formación fitogeográfica de la selva tucumano-boliviana u oranense.

B) **Subárea subhúmeda:** Se extiende por el este de la provincia de Salta, este de Tucumán, gran parte de las provincias de Santiago del Estero, con excepción del sudoeste, el oeste de Formosa y del Chaco y el noroeste de Santa Fe. En toda esta subárea se produce un gran déficit de humedad durante los meses de abril y octubre.

II. Las áreas naturales para la implantación de montes templado-cálidos.

C) **Subárea húmeda:** Se ubica por el sur de Entre Ríos, sureste de Santa Fe y la mitad oriental de la provincia de Buenos Aires.

D) **Subárea subhúmeda:** Abarca el sur de Santiago del Estero, casi toda la provincia de Córdoba, excepto el de la porción sur de Santa Fe, el ángulo noreste de La Pampa y el centro noroeste y el suroeste, gran parte de la provincia de Buenos Aires. Toda esta subárea tiene un gran déficit hídrico entre los meses de abril y septiembre.

E) **Subárea árida:** Es una gran extensión que abarca el centro de Salta, oeste de Tucumán, más de la mitad oriental de Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza, el noroeste de Neuquén, noroeste de Córdoba y casi íntegramente a las provincias de San Luis y La Pampa. Sufre de un gran déficit hídrico a lo largo de todo el año, y la implantación de montes forestales deberán contar con el auxilio del riego, temporaria o permanentemente.

III. Las áreas naturales para la implantación de montes en la Patagonia.

F) **Subárea húmeda andino-patagónica:** Comprende una franja angosta que va desde casi el norte de Neuquén, hasta la Tierra del Fuego e Isla de los Estados, recostada sobre la vertiente oriental de los Andes Patagónicos, y en un ancho no superior a los 50 km, a veces casi nulo en

Santa Cruz. Existe con frecuencia un déficit hídrico en los meses estivales.

G) **Subárea húmeda de las Islas Malvinas:** Con una precipitación media anual comprendida entre los 400 y los 650 mm; la temperatura media de enero casi de 9°C, la de julio ligeramente superior a los 2°C y una mínima absoluta que no desciende por debajo de los 7°C bajo cero. (Cfr. Moore, 1968).

H) **Subárea árida de la estepa patagónica:** Puede subdividirse a su vez en un sector **norpatagónico** que abarca los valles de los ríos Negro, Neuquén, Limay, Chubut, etc., donde se practican cultivos bajo riego al amparo de cortinas protectoras de **Populus nigra** CV. *Italica* y **P. alba** f. *pyramidalis*, que también requieren irrigación y un sector **surpatagónico** que se extiende por Santa Cruz y el norte de la Tierra del Fuego, donde el comportamiento forestal queda circunscrito a sitios muy adecuados, desde el punto de vista de la protección del viento y de la provisión de agua de riego.

I) **Subáreas de ecotonía estepa-bosque,** que es una zona de tensión ecológica entre las especies agresivas de la estepa patagónica y los bosques andino-patagónicos, al parecer en regresión. Aquí el cultivo forestal puede realizarse sin la ayuda del riego, aunque los resultados jamás podrán compararse con los situados en plena formación subantártica.

SINTESIS

En los catálogos que he preparado figuran 947 especies arbóreas cultivadas en la Argentina, muchas de ellas hasta el presente como ornamentales, montes de abrigo, etcétera. Dentro de este número se incluyen numerosas especies de alto valor forestal, y que permanecen olvidadas.

El total de familias botánicas se eleva a 90, con 339 géneros, correspondiendo a las Gimnospermas 8 familias, 36 géneros y 191 especies. En cambio en las Angiospermas esas cantidades se elevan a 82 familias, 303 géneros y 756 especies botánicas.

Las familias de mayor representatividad numérica son: Mirtáceas con

138 especies, Pináceas con 119, Leguminosas con 96 y Rosáceas 40.

Las familias más notables por sus especies forestales son las siguientes:

- Podocarpáceas
- Araucariáceas
- Pináceas
- Taxodiáceas
- Cupresáceas
- Salicáceas
- Fagáceas
- Ulmáceas
- Lauráceas
- Leguminosas
- Meliáceas
- Anacardiáceas
- Aceráceas
- Sapindáceas
- Tiliáceas
- Mirtáceas
- Oleáceas
- Boragináceas
- Bignoniáceas

Los géneros botánicos de árboles más cultivados en el país son:

- Araucaria
- Picea
- Pinus
- Pseudotsuga
- Taxodium
- Cupressus
- Casuarina
- Populus
- Salix
- Quercus
- Ulmus
- Platanus
- Acacia
- Gleditsia
- Peltophorum
- Robinia
- Styphnolobium
- Tipuana
- Ailanthus
- Melia
- Acer
- Tilia
- Brachychiton
- Eucalyptus
- Fraxinus
- Catalpa
- Jacarandá
- Tabebuia

Dentro de los dos géneros con mayor importancia, por el momento, fo-

restal, deben señalarse a los siguientes:

Pinus, se cultivan 76 especies, pero de las cuales son de cultivo forestal frecuente 16, que si se tiene en cuenta solamente a **Pinus taeda**, **P. caribaea**, **P. elliotti**, etc., entre los pinos tropicales y subtropicales y **Pinus ponderosa** y **P. contorta** var. **latifolia**, entre las especies de clima templado, queda reducida a la mitad la cantidad mencionada. Alrededor de 43 especies de **Pinus** han sido más o menos recientemente introducidas y se las está experimentando.

Eucalyptus, se cultivan unas 90 especies, en su mayoría de clima templado-cálido y subtropical, pero de ese total, solamente unas 20 especies forman el núcleo de importancia forestal.

Finalmente es de destacar la importancia que significa el cultivo de los **Populus** y de los **Salix** en un área ecológica tan favorable, como lo es el Delta del Paraná, tan cercano al Gran Buenos Aires.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA Y RECOMENDADA

- Barrett, W. H. G. 1952. **Las especies del género Pinus cultivadas en la región del Parque Nacional Nahuel Huapi**. Rev. Inv. Agríc., tomo 4, números 3-4, Buenos Aires.
- 1978. **Mejoramiento genético y su consideración sobre el incremento de la cantidad y calidad de la producción forestal**. Act. 3er. Congreso Forestal Argentino, pp. 201-212, Buenos Aires.
- Burgos, J. J. 1970. **El clima de la región noreste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo**. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, vol. 11, Buenos Aires.
- 1951. **Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite**. Meteoros, tomo I, n° 1, pp. 3-32, Buenos Aires.
- Burkart, A. 1952. **Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas**. 2ª ed., 1 vol., Buenos Aires.
- Clarke, G. L. 1976. **Elementos de ecología**. 1 vol.
- Clos, E. C. 1929. **Primera contribución al conocimiento de los árboles cultivados en la Argentina**. Boletín del Ministerio de Agricultura de la Nación, tomo 28, n° 1, Buenos Aires.
- 1930. **Segunda contribución al conocimiento de los árboles y arbustos cultivados en la Argentina**. (Leguminosae-Mimosoideae), op. cit., n° 4.
- Clos, E. C. y Lahitte, A. 1930. **Arboles y arbustos cultivados en la Argentina**. III (Leguminosae-Caesalpinioideae), op. cit., tomo 29, n° 3, Buenos Aires.
- 1932. **Arboles y arbustos cultivados en la Argentina**. IV (Leguminosae-Papilionatae), op. cit., tomo 30, n° 3, Buenos Aires.
- Cozzo, D. 1944. **Arboles para parques y jardines**, 1 vol., Buenos Aires.
- y col. 1975. **Arboles forestales, maderas y silvicultura de la Argentina**. En Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2ª ed., tomo II, fasc. 16-1, Buenos Aires.
- 1975. **Las áreas de los bosques de cultivo (forestación) en la Argentina**, op. cit., pp. 34-37, Buenos Aires.
- 1976. **Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina**, 1 vol., Buenos Aires.
- 1981. **Reflexiones sobre cuatro décadas del desenvolvimiento forestal argentino**. Revista de la Asociación Forestal Argentina, diciembre 1981, pp. 24-36, Buenos Aires.
- 1981. **El recurso forestal en la región semiárida**, op. cit., pp. 53-64.
- Chiozza, E. M. y Z. González van Domselaar. 1958. **Clima**, en Argentina Suma de Geografía, tomo II, Buenos Aires.
- Dajoz, R. 1979. **Tratado de Ecología**, 1 vol., Madrid.
- Daubenmire, R. F. 1979. **Ecología vegetal**, 3ª ed., 1 vol., México.
- De Fina, A. L. 1942. **Las sierras de Mar del Plata, región apropiada para instalar el Arboretum Nacional Argentino**. Revista Argentina de Agronomía, tomo 9, n° 3, Buenos Aires.
- 1972. **El clima de la región de los bosques andino-patagónicos**. En la región de los bosques andino-patagónicos. Colección Científica del INTA, tomo X, Buenos Aires.
- 1978. **Cultivos posibles en las diversas áreas de la República Argentina**. INTA, ISA. Publicación número 161, Buenos Aires.

- 1978. **Mapa nacional de los distritos agroclimáticos argentinos.** INTA, ISA. Publicación n° 160, Buenos Aires.
- De Fina, A. L. y Garbosky, A. J. 1958. **Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de La Pampa y sus causas.** INTA, ISA. Publicación n° 58, Buenos Aires.
- De Fina, A. L., Gianetti F. y Sabella, L. J. 1961. **Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de San Luis y sus causas.** INTA, ISA. Publicación N° 78, Buenos Aires.
- De Fina, A. L. y Ravelo, A. C. 1975. **Climatología y fenología agrícola.** Eudeba, 1 vol., Buenos Aires.
- Dimitri, M. J. 1959. En L. R. Parodi, **Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería.** Tomo I: Descripción de las plantas cultivadas, 1 tomo, Buenos Aires. El autor realiza las monografías de todas las familias botánicas con especies arbóreas, con excepción de las Leguminosas redactadas por A. Burkart.
- Op. cit., 2ª edición y op. cit., 3ª ed., 1978-1980, con suplementos.
- 1975. **Consideraciones sobre la vegetación espontánea y las plantas cultivadas en las Islas Malvinas.** Anales de la Sociedad Científica Argentina, tomo CXIX, Buenos Aires.
- 1982. **La región de los bosques andino-patagónicos.** II, Flora dendrológica y cultivada. Colección Científica del INTA, tomo XXI, Buenos Aires.
- F.A.O. 1980. **Los álamos y los sauces en la producción de madera y la utilización de las tierras,** 1 vol. Roma.
- Giordano, G. 1964. **I legnami del Mondo,** 1 vol, Milano.
- Golfari, L. 1958. **Consideraciones ecológicas del cultivo de Salicáceas en la Argentina.** Revista de Investigaciones Agrícolas, tomo 12, Buenos Aires.
- 1984. **Zonificación ecológica para reforestación.** Asociación Argentina de Estudios Forestales. (Mimeografiado), Buenos Aires.
- Golfari, L. y Barrett, W. H. G. 1967. **Comportamiento de las Coníferas cultivadas en Puerto Piray, Misiones.** IDIA, Suplemento Forestal n° 4, pp. 31-52.
- Kendrew, W. G. 1961. **The climates of the continents,** 5ª ed., 1 vol., Oxford.
- Koch, P. 1972. **Utilization of the southern Pines.** U. S. Dep. Agric. Forest Service, 1 vol., Washington.
- Koutché, V. 1942. **Estación Forestal de Puerto Anchorena, Isla Victoria.** Su organización y trabajo. Boletín Forestal (año 1941), Dirección de Parques Nacionales, 1 vol., Buenos Aires.
- Kramer, P. J. and Koslowski, Th. T. 1979. **Physiology of woody plants,** 1 vol., New York.
- Leonardis, R. F. J. 1975. **Libro del árbol.** Tomo 2: Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación industrial, 2ª ed., 1 vol., Buenos Aires.
- 1977. **Libro del árbol.** Tomo III: Esencias forestales no autóctonas cultivadas en la Argentina de aplicación ornamental y/o industrial, 1 vol., Buenos Aires.
- Mangieri, H. R. 1975. **Descripción botánica, forestal y tecnológica de las especies exóticas cultivadas en la Argentina.** Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2ª ed., tomo II, fasc. 16, 1, pp. 61-79, Buenos Aires.
- Mangieri, H. R. y Dimitri, M. J. 1961. **Los Eucaliptus en la Silvicultura,** 1 vol., Buenos Aires.
- Menéndez Sevillano, M. C. 1973. **Anotaciones dendrológicas de algunas especies del noroeste argentino,** 40 páginas, Salta.
- Papadakis, J. 1964. **Reseña ecológica de la Argentina.** Enc. Arg. Agric. Jard., 1ª ed., vol. II, pp. 31-45, Buenos Aires.
- 1974. **Ecología, posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas,** op. cit., 2ª ed., tomo II, fasc. 3, Buenos Aires.
- Parodi, L. R. 1964. **Las regiones fitogeográficas argentinas,** op. cit., vol. II, 1ª parte, Buenos Aires.
- Pearson, G. A. 1931. **Forest types in the southwest as determined by climate and soil.** Un. St. Dep. Agric. Forest Service. Techn. Bulletin, n° 247, Washington DC.
- Picchi, C. G. y Barrett, W. H. G. 1967. **Efecto de heladas intensas sobre las especies de Pinus cultivadas en Castelar.** IDIA, Suplemento Forestal n° 4, pp. 1-11.

- Preston, R. J. 1961. **North American trees**, 1 vol., Iowa.
- Ragonese, A. E. 1967. **Vegetación y ganadería en la República Argentina**. Colección Científica del INTA, tomo V, Buenos Aires.
- Record, S. J. and Hess, R. W. 1943. **Timbers of the New World**, New Haven, 1 vol.
- Reichart, M. A. L. 1966. **Los suelos en relación con la producción forestal**. IDIA Suplemento Forestal número 3, pp. 57-111.
- Rehder, A. 1956. **Manual of cultivated trees and shrubs**, 2^a ed., 1 vol. N. York.
- Tinto, J. C. 1975. **Aplicaciones de las maderas de especies cultivadas en la Argentina**. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2^a ed., tomo II, fasc. 16-1, Buenos Aires.
- Tortorelli, L. A. 1956. **Maderas y bosques argentinos**, 1 vol., Buenos Aires.
- Toumey, J. W. and Korstian, C. F. 1947. **Foundations of Silviculture**, 1 vol., N. York-London.
- Ubeda Molina, J. 1975. **Forestación en áreas especiales**. Enc. Arg. Agr. Jard., 2^a ed., tomo II, fasc. 16-1, p. 114, Buenos Aires.
- Weaver, J. E. and Clements, F. E. 1938. **Plant Ecology**, 1 ovl.
- Williamson, J. 1955. **Observaciones sobre árboles y arbustos de hojas caducas cultivadas en la provincia Eva Perón (La Pampa)**. Revista Argentina de Agronomía, tomo 22, n° 1-2-4, Buenos Aires.