

622
C-7-3

The Caribbean Forester



LIBRARY
JUL 30 1952
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done towards this end through out the region.

"The printing of this publication has been approved by the Director of the Bureau of the Budget (August 17, 1950)".

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dédiée a encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte volontiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactylographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être adressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsabilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Twelfth Annual Report----- 1
Tropical Forest Experiment Station, Puerto Rico

Duodécimo Informe Anual----- 21
Estación de Experimentación Forestal Tropical, Puerto Rico

Twelfth Annual Report

Tropical Forest Experiment Station

Tropical Region

Forest Service

The work of the Tropical Forest Experiment Station during 1951 included three broad fields: international forestry development, investigation of Puerto Rico's forest problems, and related forestry education. This report describes the more important accomplishments in these three fields and outlines a program for the coming year.

INTERNATIONAL FORESTRY DEVELOPMENT

The Station participated in international forestry development by training foreign students, contacts with tropical foresters both here and in their own countries, and by dissemination of forestry information of international significance.

The Station trained six foreign students during the year, from Malaya, Costa Rica, Thailand, Honduras, Java, and Ecuador. The period of training of these students ranged from a few days to three months. They were shown or participated in forest administration, research, and extension. In addition the Station received visits from foresters or technicians in allied fields from Brazil, the British Virgin Islands, Haiti, Sweden, France, Paraguay, and Surinam.

The Division Chief made trips to the American Virgin Islands, Guatemala, Costa Rica, and Haiti. The trips to the Virgin Islands, made in cooperation with the Soil Conservation Service, resulted in the outlining of a farm forestry program for that agency in this area. The Governor was contacted and is now interested in furthering forestry in the islands.

The trip to Guatemala was made at the invitation of the Renewable Resources Service of the Inter-American Institute of Agricultural Sciences, at Turrialba, Costa Rica, for participation in a one-month training course in pine silviculture sponsored jointly

by the Institute and F.A.O. Foresters and other technicians attended from Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, and Costa Rica. The organization of the course was excellent, and through field trips an opportunity was offered to see a considerable variety of forest conditions in Guatemala. A number of tree species were seen which deserve testing here and elsewhere.

Dissemination of tropical forestry information continued through the publication of the Caribbean Forester. This journal carried 11 forestry articles in English and Spanish concerning Brazil, British Guiana, Costa Rica, Mexico, Puerto Rico, and Trinidad. Included was the Eleventh Annual Report of the Station. The mailing list of this journal averaged 655 for the year, of which about half is foreign. In addition a total of 157 inquiries concerning tropical forestry, received by correspondence from 30 foreign countries, were handled.

An additional 137 forestry terms in Spanish were located and defined as a part of a Spanish-English glossary of forestry terminology. During the coming year all definitions, possibly 800 terms, will be published as a first combined edition of this terminology.

DEVELOPMENT OF FORESTRY IN PUERTO RICO

The chief activity of the Station continued to be the investigation of better forestry practices for Puerto Rico. To a greater degree than ever before the Station attempted to put the results of research before the public and in the hands of the forest landowner.

The library facilities which which serve both the research and educational activities have grown. In all 1,060 new publications were received during the past year, includ-

ing 37 periodicals. An increase in funds made possible the purchase of a number of much needed new books. Indexing of a large backlog of material is now nearly complete; 11,650 index cards were filed during the past year.

FOREST INVESTIGATIONS

Several individual projects stand out as important or time-consuming during the past year. The survey of forest plantations on private lands to determine the adaptability and growth of different tree species has gone ahead on the coastal plain. Additional records of old plantations have been found, so this project may not be completed for several months.

An extensive survey of the coffee region, described in more detail later in this report, was undertaken jointly with the Bureau of Plant Industry-Soil Conservation Service Research Unit.

Permanent sample plot work was also an important accomplishment of the past year. Thirteen one-acre growth plots in climax forest in the Luquillo Mountains came due for a five-year remeasurement. These, and 43 smaller plots scattered over the public forests of the island on various sites and with different species were remeasured. The climax forest plot analyses are not yet complete. Ten new permanent growth plots were established.

The three experimental forests continued to be the focus of field studies. New planting studies were established in all of them. These forests also contribute directly to the surrounding communities through free use of dead wood for fuel. At Cambalache 103 families removed 106 cords of fagots from 470 acres. At St. Just 14 families removed about 13 cords of fagots from the thinning of 10 acres. Timber sales from Cambalache, included 371 poles and produced \$107.50 in receipts.

FOREST EDUCATION

If the Station is to make the contribution to the development of forestry in Puerto Rico which its position as a center of research makes possible, it must do more than

merely investigate. Judging by past experience it must do more than to merely publish the results of its research in technical journals. If the gap between available knowledge and application is not to continually widen as a result of research, the Station must make a direct effort to reach the people through educators and extension workers. This philosophy has been the basis for a more active educational program during the past year.

The educational activities of the Station, many of them accomplished in cooperation with the Agricultural Extension Service, are the presentation of two radio talks, the publication of three press releases, and three field meetings at experimental forests held for technicians of the Soil Conservation Service, farmers, and rural school children. A demonstration area for stand improvement has been set up in the Camabalache Experimental Forest. Three popular forestry articles were published in Spanish. Talks were presented to four civic groups. Conservation field trips were conducted for the Girl Scouts, Boy Scouts, and Adventists. A plan of cutting was laid out for a progressive farmer on the north coast.

The Station has also been active in getting more forestry into school curricula. The staff lectured to University students in courses in conservation and farm forestry and led field trips for students in farm forestry and pharmacognosy. Two teachers' workshops on conservation were directed by staff members. As a result, a 12-year core curriculum is to be prepared for the public schools during the coming year.

Education of government officials is another important phase of forestry development. Staff members served on task forces for the forest land resource and soil conservation sections of an Agricultural Development Program for Puerto Rico, being prepared cooperatively by all agricultural agencies.

RESEARCH RESULTS

The experiments in the research program are directed toward the determination of:

1. The extent and nature of the forests of Puerto Rico.
2. The present and potential contribution of the forests of Puerto Rico.
3. Practical methods of increasing forest land productivity.
4. Practical methods of increasing the utility of wood.

The outstanding results of experimental work under these headings are here described. These results are in part due to the valuable cooperation of the administrative officers of the Caribbean National Forest, the Insular Forest Service, the University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station at Río Piedras, and the Federal Experiment Station at Mayagüez.

The Extent and Nature of the Forests

The study of existing forests was continued, with emphasis on the growth characteristics of climax stands, as indicated by permanent plots, some of which are now more than five years old. The Station continued its technical and procedural advice to the Forest Inventory Project, a five-year forest survey being conducted by the Insular Forest Service, now completing its field work.

Remaining Climax Forests Located

The location and study of the few relicts of climax forest in Puerto Rico has been of high priority because these stands provide

a guide to species characteristics and silvicultural practice. The completion of a new aerial survey of the island by the U. S. Geological Survey and the loan of an excellent set of enlargements by the Soil Conservation Service made it possible to locate all forests which may be climax. Little-disturbed forest has a uniform upper canopy surface on some sites, but elsewhere, because of emergent trees it is variable and marked on the photographs by deep shadows. Distinction between climax and lightly cutover forest or coffee plantations is not always easy to make on the photographs, but crown areas of individual trees are generally considerably larger in coffee shade than in timber forest. Low brush can be distinguished by its shorter shadow length. Including doubtful stands, a total of 225 areas were located which merit study on the ground. Those which prove to be climax or near-climax will be sampled and described.

Climax Forest Mortality Offsets Increment

A climax forest, in reflecting the long-term effects of climate and soil, tends to be more stable than secondary forest. An indication of this stability in the Luquillo Forest is seen in the five-year record of nine one-acre permanent plots in the tabonuco and colorado types. A summary of the stand data for trees two inches in diameter and larger appears in Table 1.

Table 1.—Stand data from climax forest

Plot	Number of trees		Basal area — square feet	
	1945	1950	1945	1950
Tabonuco Type				
TR-1	713	638	191	203
TS-3	947	850	181	187
Colorado Type				
CS-1	905	853	199	200
CS-2	727	675	169	169
CS-3	677	560	207	199
CS-4	732	689	234	231
CV-1	661	597	156	149
CV-2	587	468	104	107
CV-3	788	734	194	189
CV-4	805	761	149	153

The stability of basal area evident in this table is a result of the combined effect of the mortality of numerous trees and the growth of those remaining. The variation in total basal area among the plots reflects site differences.

Variability of Tabonuco Growth Unexplained

Plot remeasurements during the past few years have indicated that trees of the same species growing under apparently similar conditions vary considerably in their growth rates. Since the growth rates of different trees affect materially the desirability of cutting or leaving them in the forest, it was decided to look for superficial tree characteristics which might be good indexes of growth rates and would, therefore, serve as a guide in silviculture.

Tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl), the most prominent species of the climax tabonuco type, was chosen. A five-year record of 172 trees in an undisturbed plot (El Verde #3) in the Luquillo Forest (elevation 1,500 feet; rainfall 120 inches annually) was analyzed. The indexes tested were:

1. Diameter at breast height at the beginning of the period.
2. Position in the canopy (crown class) throughout the period.
3. Apparent vigor throughout the period.
4. Competition, as shown by the aggregate basal area of all trees within 25 feet at beginning of the period.

The correlation coefficients found were as in Table 2.

Competition, as measured, was unreliable as an index. Possibly because a larger or smaller radius around the tree might have proved more satisfactory. The multiple correlation of canopy position and vigor, the simplest factors to appraise in the field, was about as good as for all four factors combined. These multiple correlations were all highly significant but even with all factors combined they explain only about 34 percent of the variability in growth rate among the trees. Apparently other factors than those considered, possibly microedaphic environment, must be taken into account before the growth rate of tabonuco can be satisfactorily predicted.

A correlation of diameter, canopy position, and vigor with 463 trees of tabonuco, motillo (*Sloanea berteriana* Choisy), ausubo (*Manilkara nitida* (Sessé & Moc.) Dubard) and masa (*Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze) gave a coefficient of 0.61, indicating that these associate species react similarly.

Climax Swamp Forest Found

One of the original forest associations of Puerto Rico, located in fresh-water swamps, was dominated by palo de pollo (*Pterocarpus officinalis* Jacq.). Nearly all of this forest, because of its ready accessibility on or near the coastal plain, has disappeared. A relict which appears to be undisturbed was found

Table 2.—Correlation coefficients for tabonuco growth

Index	Number of trees	Coefficient
Diameter	172	+ 0.47
Canopy position	172	+ 0.56
Vigor	172	+ 0.30
Competition	172	+ 0.01
Canopy position and vigor	172	+ 0.59
D B H, Position, and Vigor	172	+ 0.60
All four	103	+ 0.62

on the west coast north of Mayagüez. The site is very wet, flooded part of the year.

A 3/10-acre plot was measured to determine the character of the stand. The diameters of the trees were measured with a tape, although because of extreme fluting of the boles it was impossible to determine diameters accurately. There are 250 trees per acre and the measured basal area is 376 square feet per acre. (More than half of this was wood.) The average tree diameter is 17 inches and the largest stems exceed 50 inches. The canopy is very uniform and from 80 to 90 feet high. The larger trees are branchy, apparently having been broken by past hurricanes. The stand appears even-aged, since there is no understory or tree of less than six inches in diameter. The only associate species is royal palm (*Roystonea borinquena* Cook.)

Palm Growth Varies with Age and Vigor

Sierra palm (*Euterpe globosa* Gaertn.) is a common weed tree in the mountains forests. Its growth rate is of importance, as it is a factor in the aggressiveness of this species. Previous reports have indicated that its growth is not as rapid as had been expected. Studies of five-year plot records during the past year have provided more information of this character. The average annual height growth of this species in two one-acre plots in the Luquillo Forest (elevation, 2,000 feet; rainfall, 160 inches annually) has been as in Table 3.

For this analysis only trees which did not change in class throughout the period were

used. Initial heights were marked by notching the stem at the bottom of the lowest green leaf sheath. Vigor was judged ocularly by the crown size and leaf color, class 1 being the most vigorous.

Considering only trees in vigor class 2, it is seen from the table that the dominant trees are the slowest in growth and the suppressed the most rapid. This reversal of the usual relationship can only be explained by the fact that the dominant trees are very old, while the suppressed are generally young.

Vigor is apparently a much better index of growth rate than crown position, since trees in vigor class 1 grew 50 to 100 percent more rapid than less vigorous trees in the same crown class. This might be expected, since vigor is itself partly a function of environment. If vigor is a measure of available nutrients, as it well may be, it might be concluded that nutrients are more of a limiting factor than light under these conditions.

Palm Age and Growth Can be Estimated

The age and growth rate of most trees in the rain forest is difficult to determine because of a lack of annual growth rings in the stems. This makes it impossible to rapidly appraise relative growth rates or site values. The sierra palm (*Euterpe globosa* Gaertn.), which grows in the Luquillo Forest, produces leaf sheath scars on its trunk, the spacing of which appeared to provide a key to the growth rate. An analysis of the five-year growth of 227 palms showed a re-

Table 3.—Growth of sierra palm by tree classes

Crown Class	Vigor Class	Number of trees	Annual height growth
			Feet
Dominant	2	25	0.33
Codominant	2	34	0.45
Intermediate	1	10	0.87
	2	99	0.49
Suppressed	1	21	0.73
	2	95	0.52

relationship to exist between the vertical separation of leaf scars and the number of years required to grow one foot in height as seen in Table 4.

The distance between adjacent leaf scars can be readily measured. Then the corresponding figure in the second column of the table gives the growth rate and the figure in the right column, multiplied by the height of the palm to the base of the lowest green leaf sheath, gives an estimate of the age of the palm. The use of these data thus makes it possible to compare growth rates on different areas as an aid in site evaluation.

Inventory Analysis Nears Completion

The most complete data yet collected concerning Puerto Rico's forests will soon be available as a result of an island-wide forest inventory conducted by the Insular Forest Service. The Station has planned the analysis of the field data, including 2,800 quarter-acre plots and local volume-table construction. The inventory will yield information as to the location and extent of

present forests, their density and composition, and available volume in and young growth capable of becoming saw timber, polewood, or fuelwood.

The Present and Potential Contribution of the Forests

The most important results of research in this field concern the growth rates of different trees and stands which are subject to some form of management. Such results are indicative of the potential productivity of different forest sites.

Broadleaf Mahogany Continues Rapid Growth

The growth of 13-year-old plantations of broadleaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Luquillo Forest (elevation, 1,000 feet; rainfall, 140 inches annually) has been measured subsequent to a first thinning in 1949. The average diameter of trees in two quarter-acre plots was five inches. Growth of the crop trees since thinning has continued at the rate of 0.25 inch per year. Increment has been rapid during the past two years, as shown by table 5.

Table 4.—Sierra palm growth rates

Vertical distance between adjacent leaf scars on trunk	Annual height growth	Period required to grow one foot in height
Inches	Inches	Years
1	0.13	7.5
2	0.46	2.3
3	0.56	1.8
4	0.91	1.1
5	0.91	1.1

Table 5.—Broadleaf mahogany increment

Plot	Basal area, square feet per acre		Volume, cubic feet per acre		
	1949	1951	1949	1951	Annual increment
Bisley	63	78	980	1,260	140
Coca	84	100	1,330	1,640	155

West Indian Mahogany Growth Measured

West Indian mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.) is native to the other Greater Antilles and grows in environments similar to the drier parts of Puerto Rico. A number of plantations have been established here. Records from plots in three of the older plantations were analyzed during the past year. One is located in the Guánica Forest (elevation, sea level; rainfall, 30 inches annually) in a small valley on soil derived from limestone.

Another plantation is located in the Susúa Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 50 inches annually) on a shallow soil derived from serpentine. A third plantation is located on a protected slope of a sinkhole in the Guajataca Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually). The growth of these trees is shown in Table 6.

The effect of differences in site is apparent in the mean diameter growth rate of these plantations. The Guánica and Susúa plantations are growing at about the same rate, the better soil at Guánica about offsetting the lower rainfall in that area. The Guajataca plantation is on a good soil and receives ample rainfall.

The growth rate at Guánica and Guajataca has begun to fall off, as is indicated by the slower current rate as compared with the mean to 1949. At Guánica this apparently indicates increased competition for moisture, since basal area is only 59 square feet per acre and the dominant and codomi-

nant trees receive nearly full sunlight. At Guajataca the decline in growth rate is probably caused by limitations in water and nutrients. Here the stand reached a basal area of 81 square feet per acre.

The Guánica plantation is only about 15 feet tall. Thinning does not seem desirable since it will tend to perpetuate the already branchy character of the trees. The plot will be left untoched to observe the future trend of its development. The Guajataca plot has been thinned to a basal area of 66 square feet per acre, as described elsewhere in this report.

Mangrove Volumes Studied

A cubic-foot volume table was prepared for young stands of white mangrove (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.), based upon diameter at breast height and total height, and using the least squares formula method. All volume to the one-inch point at the top and in the branches was included. The table is based upon measurements of 130 trees in the Aguirre Forest. The formula derived is: Log volume (cubic feet) = 2.0378 Log. d.b.h. (inches) + 1.0624 Log. height (feet) - 2.7326. The aggregate difference of the regression curve is 0.022 percent and the aggregate deviation is 7.98 percent. The table, in condensed form, appears as Table 7.

This table was prepared for analysis of volume increment in a number of permanent growth plots. Using local average-height data, it was adapted for the white mangrove

Table 6.—Dominican mahogany stand growth

Plantation	Age in 1951	Dominant and codominant trees			
		Number	Average diameter in 1951	Annual diameter growth rate	
				Mean to 1949	Current since 1949
	Years		Inches	Inches	Inches
Guánica	20	62	5.6	0.28	0.19
Susúa	14	55	3.6	0.26	0.24
Guajataca	15	53	5.5	0.38	0.30

stands of the San Juan Forest and applied to stand data from five quarter-acre plots which had been thinned in 1938. The results appear in Table 8.

It is seen from the table that these young stands, averaging less than three inches in tree diameter, were growing in excess of one cord per acre per year. It is also seen that increment is rising as the trees increase in size. There was some trespass in Plot A during the middle period.

Eucalyptus Growth Still Outstanding

The remeasurement of two sample plots in plantations of eucalyptus (*E. robusta* Smith) shows that this species is still the most rapid growing in the central mountains. One plantation is located in the Carite Forest (elevation, 2,000 feet; rainfall, 90 inches annually), and a second is located in the Toro Negro Forest (elevation, 3,000 feet;

rainfall, 120 inches per year). The data appear in Table 9.

The growth at Carite has been especially spectacular. It is the densest eucalyptus plantation on the island, with a basal area of 132 square feet per acre. The basal area is still increasing rapidly, since it was only 108 square feet two years ago. The trees are well formed and still are growing in height. The decline in diameter growth in the past two years may reflect overdensity. Nevertheless, the canopy is not dense and a vigorous stand of grass grows beneath the trees.

The Toro Negro plantation increased in basal area from 73 to 102 square feet per acre during the past two years. Grass and native trees are well established beneath this stand. Both of these plots will be left to determine the point of culmination of basal area increment.

Table 7.—Cubic-foot volume table for white mangrove

D. B. H.	Volume in cubic feet, based upon total height						
	20	30	40	50	60	70	80
Inches							
2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6		
4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.5		
6		2.8	3.8	4.9	5.9	6.9	7.9
8		4.8	6.5	8.3	10.0	11.8	13.5
10		7.6	10.2	13.2	15.8	18.6	21.4
12		11.0	14.8	19.0	22.9	26.9	30.9

Table 8.—Increment in young white mangrove

Plot	Residual volume per acre in 1938	Increment per acre per year			
		1938-42	1942-45	1945-49	Mean
	Cu. ft.	Cu. ft.	Cu. ft.	Cu. ft.	Cu. ft.
A	568	53	9	141	73
B	238	92	70	113	93
C	312	79	74	113	90
D	232	82	58	95	80
E	495	81	109	82	89

Tests of eucalyptus elsewhere indicate that such rapid growth can be expected on a large area of mountain lands. When marketing is developed for the yield from more than 1,000 acres of young plantations nearing harvest age, a great impetus in plantings on private lands may result.

Tabonuco Type Growth Analyzed

Remeasurement of a tabonuco type forest in the Luquillo Forest (elevation, 1,500 feet; rainfall, 120 inches annually) which was subject to a light improvement cutting in 1937 (El Verde #3) has shown a continued increase in stand density over a period of 14 years. During the past eight years the number of trees per acre (of two inches or more in diameter) rose from 530 to 730 and the basal area increased from 107 to 139 square feet. The percentage of the trees which are suppressed increased from 28 to 59, as a result of greater density. The original volume of the stand was 2,170 cubic feet per acre and the increment during these eight years was at the rate of 85 cubic feet per acre per year. Natural reproduction of the better species is increasing rapidly. A

comparative tabulation of the number of saplings 4.5 feet tall to 1.5 inches d.b.h. of some of these species appears in Table 10.

The creation of an environment in which this increase in natural regeneration was possible is one of the most important results of the improvement cutting and shows what can be done under these circumstances without investment in underplanting.

Teak Growth Variable

Remeasurement of teak in plots on three sites shows rapid initial growth of this species but also that an early decline in growth takes place on poor sites.

One plantation is located in the Carite Forest (elevation, 300 feet; rainfall, 80 inches annually) on an alluvial gravel in a protected valley. A second is in a sinkhole in the Río Abajo Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually) on a protected site with soil derived from limestone. A third is located in the Luquillo Forest (elevation, 900 feet; rainfall, 100 inches annually) on a slope with shallow soil. The growth data appear in Table 11.

Table 9.—Eucalyptus stand growth

Plantation	Age in 1951 Years	Dominant and codominant trees			
		Number	Average diameter in 1951 Inches	Annual diameter growth rate	
				Mean to 1949 Inches	Current since 1949 Inches
<i>Carite</i>	12	22	10.4	0.95	0.55
<i>Toro Negro</i>	12	38	7.9	0.66	0.58

Table 10.—Increase in reproduction in tabonuco type

Species	Number of saplings per acre	
	1943	1951
<i>Dacryodes excelsa</i> Vahl	18	84
<i>Manilkara nitida</i> (Sessé & Moc.) Dubard	13	125
<i>Ocotea moschata</i> (Pavon) Mez.	22	66
<i>Sloanea berteriana</i> Choisy	51	216
<i>Tetragastris balsamifera</i> (Sw.) Kuntze	4	65

The growth in the Carite plantation is the most rapid at present. The trees here are of best form also, some to 50 feet tall, and the basal area is 110 square feet per acre. The Río Abajo site is also good, but because of a more shallow soil height growth has nearly stopped at 30 to 35 feet. The decline in diameter growth is probably partly due to crowding, since this site appears unable to carry the 90 square feet of basal area per acre which the stand had attained. It was thinned to 80 square feet.

The Luquillo plantation growth apparently reflects the very shallow soil on which it is growing. The average height of the trees is only about 30 feet and the crowns are small. The basal area of the plot is 83 square feet per acre.

Early cessation of height growth at Río Abajo and Luquillo is apparently an indication that little can be expected from teak on these sites. This bears out the conclusion that teak has almost no place in Puerto Rico, unless it be as a roadside and fencerow tree. We cannot afford to provide it with the good sites it requires.

Colorado Type Plots Established

The availability of funds for stand improvement in Puerto Rico has raised the question as to the justification of such work on the poorer sites, particularly in the colorado type. The growth in unimproved forest in this type is very slow, and there is some question as to how much an improvement cutting will accelerate it. Only two small plots had previously been established in this

type, and both of these are on the same site in the Luquillo Forest.

Four additional quarter-acre plots were established in the Carite, Toro Negro, Guilarte, and Maricao Forests of the Cordillera. All are located above 2,000 feet elevation and with rainfall in excess of 100 inches annually. Three of these plots were subjected to an improvement cutting at the time of establishment, leaving only about 50 square feet of basal area per acre. The fourth had been improved five years previously and now has a basal area of 98 square feet. This last plot may show accelerated growth not evident immediately after cutting. The open character of these stands is indicated by the fact that less than 20 percent of the trees of two inches or more in diameter are in the suppressed class.

Satinwood Growth Disappointing

A plantation of satinwood (*Zanthoxylum flavum* Vahl) established in the Guajataca Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually) has made little growth. Two years ago plot measurements showed the average diameter of 68 dominant and codominant trees to be 2.6 inches after 11 years of growth. This is a mean annual diameter growth rate of 0.24 inch. This growth rate, for one of our most valuable species on a site similar to its natural environment, was disappointing. It was hoped that acceleration would take place, since the trees at that time were well established yet were still widely spaced. Current growth, as indicated by measurements during the

Table 11.—Teak stand growth

Plantation	Age in 1951	Dominant and codominant trees			
		Number	Average diameter in 1951	Annual diameter growth rate	
				Mean to 1949	Current since 1949
	Years		Inches	Inches	Inches
Carite	15	101	7.2	0.52	0.45
Río Abajo	12	28	6.3	0.57	0.35
Luquillo	13	32	5.6	0.47	0.19

past two years, is even slower. The dominant and codominant trees are now growing only 0.17 inch in diameter per year. If this slow growth continues, this species, valuable as is its wood, may have no place in future forestry here.

María Growth Records Continued

Growth plots were remeasured in plantations of *maría* (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) on three sites. One is in the Maricao Forest (elevation, 2,000 feet; rainfall, 100 inches annually) on a poor laterite clay soil. The second is in the Luquillo Forest (elevation, 2,000 feet; rainfall, 100 inches annually) on a less lateritized clay soil. The third is located in the Guajataca Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually) on an exposed limestone hilltop with shallow soil. The development of these plantations is indicated in Table 12.

This tabulation shows that *maría*, on these three very adverse sites, is making fair growth and that the rate appears to be increasing. At Maricao and Guajataca it is growing where other trees planted have failed.

Maga Development Unsatisfactory

Two years ago the first remeasurement in plantations of *maga* (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.) showed that growth had virtually stopped in the limestone sinkholes

in the Río Abajo Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually) on the north coast. At that time it was also reported that tree form in the Toro Negro Forest (elevation, 2,500 feet; rainfall, 120 inches) was superior to that on the coast. The second remeasurement of these plots, made this last year, showed some new developments. The data appear in Table 13.

Current growth is very slow in both plantations. At Río Abajo it may be partly due to the degraded soil, but it appears that this species, to continue its rapid initial growth, must have a well drained and fairly fertile soil. The plantations are so open that over-density cannot be considered a cause of slow growth. Also, thinning is undesirable because as experience elsewhere has shown, it leads to epicormic branching. Many of the trees on the wet soil at Toro Negro have died during the past two years, apparently as a result of a root rot. The most rapid growing trees there are near the base of a slope yet above the alluvium. No additional plantings of *maga* are being made until the fate of the extensive plantations already established is known.

Rapid Growing Cedar Trees Found

The most successful planting of cedar (*Cedrela mexicana* Roem.) in Puerto Rico is located in the Luquillo Forest (elevation, 1,500 feet; rainfall, 120 inches annually).

Table 12.—*María* stand growth

Plot	Age in 1951	Basal area per acre in 1951	Dominant and codominant trees			
			Number	Average diameter in 1951	Annual diameter growth rate	
					Mean to 1949	Current since 1949
	Years	Sq. ft.		Inches	Inches	Inches
<i>Maricao</i>						
D	18	117	26	6.0	0.31	0.38
E	18	98	39	7.3	0.41	0.55
Luquillo	14	84	121	4.7	0.28	0.34
Guajataca	14	45	175	3.6	0.21	0.34

The soil is clay but is shallow and relatively well drained. The cedar was planted in mixture with West Indian mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.). Many cedars died, leaving only those which found adequate light and favorable soil conditions.

A growth plot was established in this plantation in 1947, 11 years after planting. At that time the average diameter of the dominant and codominant trees was 5.5 inches or a mean annual diameter growth of 0.50 inch. Since that time the current annual diameter growth of the dominant and codominant trees has been 0.38 inch, somewhat less, but still rapid. These data indicate the rapid growth possible by individual, well-located cedar trees on this site. Unfortunately, as is borne out by other plantings throughout the island, only a small proportion (15 percent here) of the trees planted find conditions suited for such growth. In this plantation the other trees, which grew more slowly have been suppressed by the mahogany and native trees.

Capá Prieto Growth Rate Declines

Capá prieto (*Cordia alliodora* Cham.) is one of the more valuable furniture woods native to Puerto Rico. It is widely distributed, and on well drained rocky soils regenerates well in nature. Its use in reforestation has been tested on a number of sites here. One of the best sites on public lands appeared to be in the Carite Forest (elevation, 2,500 feet; rainfall, 100 inches annually) on a loose granitic soil.

A growth plot located in a plantation established here in 1937 showed that when 12 years old the 36 dominant and codominant trees averaged 5.9 inches in diameter, a very satisfactory mean annual diameter growth of 0.49 inch. The trees were well formed and some were 50 feet tall. Current annual diameter growth of the dominant and codominant trees for the past two years is only 0.20 inch. The decline is apparently not due to crowding, since the basal area is only 32 square feet per acre. Weather has been favorable. Growth measurements are being continued to determine the future trend and to shed light on the causes for this decline, since it could materially affect plans for underplanting this species in degraded forest.

Capá Blanco Growth Measured

Capá blanco (*Petitia domingensis* Jacq.) produces a wood suitable for cabinet work and also durable in the ground. In addition, the tree is hardy on adverse sites. A considerable area in the public forests has been planted with this species. One of the better plantations is located in a sinkhole bottom on a shallow limestone soil in the Guajataca Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually).

Plot measurements in this plantation show that in 1949, at age 13 years, the average diameter of the 41 dominant and codominant trees was 4.2 inches, a mean annual diameter growth of 0.32 inch. Subsequently the current annual growth has been 0.23 inch.

Table 13.—Maga stand growth

Plantation	Age in 1951	Basal area per acre in 1951	Dominant and codominant trees			
			Number	Average diameter in 1951	Annual diameter growth rate	
					Mean to 1949	Current since 1949
	Years	Sq. ft.		Inches	Inches	Inches
Río Abajo	13	58	29	5.2	0.42	0.14
Toro Negro	15	42	59	4.9	0.35	0.19

This decline is apparently not due to crowding since the basal area is only 36 square feet per acre. It probably reflects the shallow soil and a resultant increasing shortage of moisture as the stand progresses. Additional remeasurements are to be made to determine the future of this plantation.

Practical Methods of Increasing Forest Land Productivity

There are two main approaches to increasing forest land productivity in Puerto Rico, through (1) reforestation of bare lands and (2) the improvement of forests already existent. Reforestation involves selection of species, seed collection, handling, storage, germination, nursery propagation, and planting, and its success is measured by the adaptability of the species to the site. Forest improvement includes partial cuttings, disease and insect control, and underplanting. Research has been in progress in most of these fields during the past year.

Pre-sowing Herbicides Effective in Nursery

A series of experiments was begun during the past year to determine the degree to which chemical herbicides might reduce the cost of weeding in the nurseries. Consultation with the staff of the Federal Experiment Station at Mayagüez led to a plan including pre-sowing, pre-emergence, and post-emergence treatment, and using casuarina (*Casuarina equisetifolia* Forst) and broad-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King).

The pre-sowing phase of this study was undertaken during the past year. Two chemicals, sodium TCA and 2,4-D (in the amine salt form) were tested. Since TCA is most effective on grasses and 2,4-D on herbaceous weeds, a mixture of the two, TCA at the rate of 50 pounds per acre and 2,4-D at the rate of 8 pounds per acre, is recommended as a result of the tests. This application prevented heavy weed growth for two months. Sowing of mahogany done one week subsequent to treatment showed no injurious effects from the herbicide. Casuarina survival was low when sown one week after treatment with 2,4-D, but it was

unharmful after the second week. Seedlings which broke the surface showed no subsequent ill effects from the herbicides. Protection for two months is not adequate to eliminate all weeding until the stock is lifted but gives the seedlings protection when it is most needed.

Mangrove Clearcutting Study Begun

The rapid and dense regeneration of cleared tidal flats with white mangrove (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.) is a common sight in Puerto Rico. It suggests simple clearcutting as a silvicultural practice. A study of clearcutting was begun during the past year to determine the rapidity of development and the character of the resultant regeneration.

A strip of one acre in area (66 × 660 feet) was clearcut in a 20-year-old stand in the Aguirre Forest. The strip was laid out north-south perpendicular to the prevailing wind direction. It was planned to cut an adjacent strip to the windward as soon as regeneration was complete. At the end of the year the area had not completely regenerated, but apparently it will by the end of the second year. There was no sign of wind damage along the edge of the strip. The cutting dried out the soil considerably. Seedlings were generally absent on the driest areas and on charcoal pit sites.

Second Thinning Made in Piñones Mangrove

The overdensity and stagnation common in young mangrove stands was described two years ago. It was pointed out that a considerable loss is sustained in growth over a period of several years due to excessive competition among the trees. The reaction of such dense young forest to early thinnings was tested in 1949 in a 12-year-old stand in the San Juan Forest. The average tree diameter in this stand was 1.6 inches, the largest trees being 5 inches. The thinning attempted to leave a predetermined basal area and to balance the distribution of trees through the diameter classes, leaving about an equal basal area in each. The results of this thinning are shown in Table 14.

Table 14.—Basal area increment in white mangrove

Plot	Basal area per acre	
	1949	1951
	Sq. ft.	Sq. ft.
A	79	127
C	61	91
E (unthinned)	148	141

In 1951 both Plots A and C appeared to need more thinning and were rethinned, Plot A to 86 square feet of basal area per acre and Plot C to 61 square feet. Plot E, the control, lost in basal area as a result of very heavy mortality caused by excessive competition. About 4,500 trees per acre were eliminated by this cause. Major differences between the thinned and control plots are in tree form and uniformity of spacing.

Mistletoe Eradication Fails

A year ago it was reported that an attempt to control mistletoe in a plantation of maga (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.) was being made. Two limestone sinkholes with an area of about 14 acres were selected in the Guajataca Forest. Here, in a 13-year-old plantation, about 80 percent of the trees were infected with what is apparently a species of *Phthirusa*. A test of the rate of re-incidence of the parasite was made by cutting out all infected branches on the trees in this area. Trunks were lopped off where necessary. The work was somewhat hazardous and cost about five man-days per acre. In spite of the heavy infection this eradication did not destroy the stand, and a year later the general aspect of the plantation is not unlike that before the treatment.

During the year mistletoe reappeared on half the trees. Most of it is still small, with sprigs less than six inches long. This apparently is re-incidence. Larger plants, which are also common, apparently were small and escaped notice at the time of the treatment. Less than half of the infected

trees were freed from the parasite by the treatment. The source of reinfection is nearby infected trees, some of which are on private lands. This source must be eliminated before eradication can be successful. Since maga, on other counts, is proving less desirable as a plantation tree than was originally supposed, no further effort will be made to eradicate mistletoe at present. In this vicinity it has attacked a small plantation of capá prieto (*Cordia alliodora* Cham.) but does not seem to attack either maria (*Ceclophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) or West Indian mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.). A number of trees of maga were described and marked to make possible the observation of the development of established mistletoe and its effect on tree growth. This problem can apparently be best avoided by underplanting the maga plantations with a tree species which is not attacked by mistletoe.

Girdling of Yagrumo Effective

Yagrumo hembra (*Cecropia peltata* L.), an aggressive, rapid-growing tree with few uses at present, frequently forms a nearly complete overstory in secondary stands. The tree is of value in places, where it rapidly closes major breaks in the canopy, preventing herbaceous vine growth beneath, but it is also a weed where it dominates an understory of valuable trees. Its eradication is a common problem.

A test of girdling and poisoning of 86 yagrumo hembra trees was made in the Luquillo Forest during the past year. Seventy-seven of these trees were frill-girdled and then poisoned with a solution of ammate (ammonium sulfamate) made by adding 10 pounds of crystals to a gallon of water. An additional nine trees were frill-girdled without poisoning. The trees ranged in size from 2 to 29 inches, and most of them were dominant in the canopy. They were treated in January, prior to an extended dry period.

The results were slow in appearing. After six months the tree crowns were still normal and no tree had begun to sprout beneath the girdle. Most of the trees had increased

in diameter immediately above the girdles, but none had formed a bridge. There was some sign of dead cambium below the girdles, apparently a result of the poison. After 10 months six of the nine trees not poisoned, and 51 of the 77 poisoned trees were dead. The results indicate primarily the effect of girdling rather than poisoning. Trees of all sizes were affected about equally, except that trees of less than 10 inches in diameter tend to sprout more vigorously than larger trees. After 12 months only two trees which had not been poisoned and seven which had been poisoned were alive. Only four of these have bridged the girdle. The crowns of the others are apparently dying and they have feeble sprouts beneath the girdles.

The outstanding result of this study was not the failure of the ammate poison to kill the trees promptly, but, rather, that girdling alone proved so effective. It had been supposed that frill-girdles, which are generally less than two inches wide, would be rapidly bridged or that vigorous basal sprouts would develop. The poison was applied to prevent this, but evidently was neither effective nor necessary. The sprouts which have developed are chiefly on trees exposed to considerable light. It is very doubtful that the sprouts in the shade will reach the canopy. Girdling of yagrumo is now to be tested on a larger scale.

Pomarrosa Sprouting Studied

Pomarrosa (*Eugenic jambos* L.), a native of tropical Asia, has become thoroughly naturalized in Puerto Rico. It is generally shrubby in form, but may grow to 35 feet in height. It is tolerant and commonly invades secondary woodlands in moist parts of the island. Its great sprouting vigor is an advantage where the tree is wanted and a problem where it should be removed from forests of better species. Presumably, by different cutting practices it should be possible to (1) maximize fuelwood yield, (2) improve stem form for the production of posts, or (3) eliminate the tree from the stand.

A preliminary study of the sprouting of pomarrosa was undertaken during the past two years in the Río Piedras Woodlot. An improvement cutting was made in a mixed secondary forest with a large representation of pomarrosa. Sixty-seven stumps of pomarrosa were tagged and described as to the presence of standing trees remaining in the clump, diameter, and the canopy opening above. The stump diameters ranged from two to eight inches.

Data collected after 16 months show some indications by comparing above—and below—average groups. Only three stumps failed to sprout. The average number of sprouts per living stump was 11, and the average height of the tallest sprout was 4.3 feet. Other relationships apparent within the limits of the data are as follows:

1. The larger the stump the taller the sprouts.
2. The larger the canopy opening the greater the number of sprouts produced and the more rapid is their growth.
3. Canopy opening is more important than diameter in its effect upon sprouting vigor.
4. Solitary stumps tend to put forth more sprouts than those which form a part of an incompletely cut clump.

From these relationships it is seen that maximum fuelwood yield results from clear-cutting and coppice. Tree form and diameter growth may be improved somewhat by removal of crooked stems from individual clumps, since few new sprouts develop in these clumps, especially if sufficient stems remain to form a canopy above. Only three stumps died, indicating that poisoning may prove necessary for eradication of pomarrosa.

Broadleaf Mahogany Thinning Continued

The first experimental thinnings in broadleaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) were reported two years ago in 11-year-old plantations in the Luquillo Forest (elevation 1,000 feet; rainfall, 140 inches annually). Subsequent growth, as described elsewhere in this report, is satisfactory, and wind dam-

age, although some occurred, has been unimportant.

As a consequence additional thinnings have been made in 500 acres of plantations of the same age elsewhere in the Luquillo Forest and in the Río Abajo Forest (elevation, 500 feet; annual rainfall, 80 inches). These thinnings left a basal area of 60 to 80 square feet per acre. The results are generally satisfactory, with no wind damage nor excessive vine growth. The vegetation beneath the stand has become more dense, and includes saplings of a number of desirable tree species. The mahogany crowns are rapidly closing the canopy openings.

A quarter-acre plot was thinned very heavily to determine the desirability of this practice. Its basal area was reduced from 90 to 42 square feet per acre. A number of large dominant trees remain which should be able to keep ahead of vine growth. The average diameter after thinning was 5.1 inches. During the first six months there has been no evidence of a vine problem.

West Indian Mahogany Thinned

Experimental thinning of a 20-year-old plantation of West Indian mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.) in the Luquillo Forest a year ago showed the species to be windfirm, but that it tended to produce abundant epicormic branch growth when heavily thinned. With this limitation in mind a thinning was made in a 1/4-acre growth plot in the Guajataca Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually).

This plantation, 15 years old, had attained an average tree diameter of 5.5 inches and a basal area of 81 square feet per acre. It is growing on a protected site, but because the soil is shallow, it was believed that growth was probably decreasing. A large number of misshapen trees were interfering with the development of better formed individuals. The thinning reduced the number of trees per acre from 700 to 520 and the basal area per acre from 81 to 66 square feet. Most of the suppressed trees were removed, so that the percentage of the total

number of trees which are dominant or codominant rose from 31 to 40. The form of the trees remaining, while many are branchy, is much better than that of those removed.

Stagnated Maria Reacts Slowly to Thinning

María (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) grows well on adverse sites throughout the humid portion of the island. Some of the earliest plantations were of these species in the Maricao Forest (elevation, 1,500 feet; rainfall, 100 inches annually). A 20-year-old plantation on a laterite soil in this area had stagnated and was in need of a thinning. In 1944 a plot in which the average diameter was 4.7 inches was thinned from a basal area of 165 to 112 square feet per acre. An increase in tree growth rate took place during the first year subsequent to the thinning but it was not sustained, indicating that it may have been due merely to good weather.

A heavier thinning was made in 1949 in two other plots, leaving only 80 square feet of basal area per acre. This thinning left 85 percent of the remaining trees with crown freedom and overhead light. No windthrow resulted. However, neither has any growth acceleration. During the past two years the basal area increased to 94 square feet per acre but the average annual diameter growth was 0.15 inch, compared with 0.16 inch before the cut. The crowns are still narrow, with few new branches.

The solution does not appear to be heavier thinning, because the trees are well separated, but rather in more timely thinning. The trees apparently react only very slowly after having been suppressed so many years. Had the stand been thinned 5 or 10 years earlier it seems probable that rapid growth would have been sustained. In an adjacent plot where the forest was more open, never exceeding 85 square feet of basal area per acre, the average annual diameter growth of the 26 dominant and codominant trees for the same period has been 0.55 inch.

Partial Cuttings Improve Luquillo Forest

Since 1943 some 5,000 acres of secondary stands of the tabonuco and colorado types

in the Luquillo Forest have been cut over. These cuttings were made primarily to improve the forest. They salvaged over-mature timber, harvested mature trees, removed inferior species and poorly formed trees, and liberated and thinned sapling and pole stands. They always left a protective tree canopy. These cuttings were accomplished through timber sales. A number of these sale areas were gone over to determine the visible results in the stands five years subsequent to cutting.

The appearance of the stands today is directly related to (1) the proportion of unsaleable inferior trees which were in the overstory at the time of cutting, and (2) the abundance of young growth in saplings or small poles at that time. Where few unsaleable trees were present in the forest initially and where young growth was dense the stand became highly productive immediately with just one cutting. Such stands are now dense and composed of straight stems suitable for posts and poles. Some sawtimber species are also present. All trees suited only for fuelwood have been eliminated. A second cutting, usually for posts or crossties, has been made in some stands of this character in the tabonuco type.

Where worthless sierra palms (*Euterpe globosa* Gaertn.) or yagrumo hembra (*Cecropia peltata* L.) trees dominated the canopy at the time of the cutting, their representation has been increased. Nevertheless, in some places desirable reproduction has developed beneath these trees. Such stands cannot now be improved through further timber sales, but only through removal of worthless trees by paid crews. The priority of this work in different areas is governed by the quantity and quality of the regeneration to be benefited.

Where advance reproduction was absent, its development since cutting has not been marked. Except on the poorest sites a jungle of herbaceous vegetation, including razor grass in the colorado type, has developed. This vegetation does not seem to have interfered with saplings already established but

may have smothered new seedlings.

The cuttings have generally been beneficial, particularly where the stand was in good condition at the start. Elsewhere they should be accompanied by the elimination of worthless canopy trees remaining and or artificial regeneration by underplanting.

Coffee Shade Problems Surveyed

In the report of a year ago the interest of the Forest Service in a healthy coffee industry was described. The coffee plantations, which are a type of forest, have protected a large area in Puerto Rico that should always remain tree covered. Nevertheless, these plantations are now being gradually cleared. In an effort to stop this trend the Station has begun a program of research to increase the yield of these lands in coffee, wood, or other tree products.

The staff participated in a joint study of variability of coffee yields and the factors responsible therefor, in cooperation with the local Research Unit of the Bureau of Plant Industry and Soil Conservation Service. This study was in the form of a survey of some 60 sites within 30 progressive coffee farms. It was made during the autumn, just before the harvest, so that the relative yields of coffee trees growing under different conditions could be appreciated.

The survey brought forth a number of indications of value in orienting future research. Overhead shade intensity proved to be the environmental factor most clearly related to yield of the coffee tree. The higher yielding trees are frequently beneath openings in the canopy, suggesting that shade is generally too intense. Some unexplained variation from this relationship indicates that competition for soil nutrients may sometimes be more important than that for light. A long time lag between cause and effect may also obscure the picture.

Shade seems to become less important as elevation increases. The foliage of coffee trees beneath dense shade has a deeper green color than elsewhere, but the trees produce less fruit. Nevertheless, trees completely exposed "burn out" after one to three years

of heavy yields. There was some evidence that irregular shade, permitting two or more hours of continuous direct sunlight to reach the coffee plant, is superior to light of similar aggregate amount which diffuses through a uniform shade tree canopy. Opinion regarding the merits of different shade tree species is variable, but legumes are generally favored. Six species of trees are commonly used: guaba (*Inga vera* Willd.), guamá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.), moca (*Andira inermis* H.B.K.), pollo (*Dendropanax arboreum* (L.) Dcne & Pl.), guaraguao (*Guarua trichiloides* L.), and bucayo (*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook). The unexpectedly high nitrogen content of soils beneath coffee plantations, found in the same survey, lends weight to the belief that the nodules of the legumes make an important contribution.

Recently Introduced Species Tested

Primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose) was introduced four years ago for testing on a variety of sites. In the Luquillo Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 110 inches annually) on a deep lateritic soil, four-year-old trees are 30 feet in height and four to five inches in diameter. In the Cambalache Forest (elevation, sea level; rainfall, 60 inches annually) on a shallow limestone soil trees of the same age are 10 to 12 feet tall and one to two inches in diameter. Additional plantings were made during the past year on three new sites.

Mexican cypress (*Cupressus lusitanica* Mill.), a valuable conifer from Mexico and Central America, was introduced three years ago. It has proven easy to propagate and a very rapid growing species where planted in the mountains at 2,000 feet and 3,500 feet above sea level. Three-year-old trees are eight to nine feet tall and very thrifty, even on degraded sites. Additional seed was procured for further testing on new sites.

Mahoe Suffers from Die-back

Mahoe (*Hibiscus elatus* Sw.) a cabinet wood from the other Greater Antilles, has grown very rapidly in recent plantings on a variety of sites both near sea level and at 3,000 feet

elevation. Six-year-old trees under-planted in the Río Abajo Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually) are 50 feet tall and of excellent form. During the past year a few of these trees died back as much as 10 feet and subsequently put forth an ugly branchy crown. The organism, which causes a wilting of the leaves and blackening of the upper trunk, is unknown. For some months there has been no recurrence, so this disease may be a problem only during certain periods.

Casuarina Fails on Wet Site

Casuarina (*C. equisetifolia* Forst) has been planted in a number of areas within the Río Abajo Forest (elevation, 500 feet; rainfall, 80 inches annually) to improve farmed-out soils. It has proved to be a very hardy tree for this purpose, although this location is near the upper altitudinal range for its best growth.

One plantation, after a promising start, now appears destined to failure. The site, a degraded red clay worn out by tobacco farming, was covered with coarse grass at the time of planting. The trees grew rapidly and in three years killed out the grass. Then, apparently during rainy weather, the soil became saturated and the tree crowns yellowed. Subsequently a number of trees have died as a result of what appears to be a root rot. On nearby sites where the soil is loose and porous the trees are thrifty. On the worst sites at this elevation roble (*Tabebuia pallida* Miers) is apparently a better tree for soil improvement.

Slash Pine Inoculated With Mycorrhizae

Considerable difficulty has been experienced both in propagation in the nursery and the establishment in the field of conifers, especially slash pine (*Pinus caribaea* Mor.). All species tested, with the exception of Mexican cypress (*Cupressus lusitanica* Mill.), have become chlorotic and weak in the nursery and few reached lifting size.

Analysis of needles and stems of unthrifty slash pine seedlings by Dr. Carl L. Stone of the Department of Agronomy of Cornell

University led to the recommendation that ammonium phosphate be applied. The reaction was feeble. Subsequently, mycorrhizae were received from Indonesia and cultured by the University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station. Inoculation of the seedlings with mycorrhizae appeared, at least temporarily, to have a beneficial effect in gradually eliminating the chlorosis. However, when the stock was lifted there was no macroscopic evidence of mycorrhizae, nor have treated seedlings proved superior in the field. They are still too recently planted to provide final conclusions. The trees referred to in last year's report as having recovered are not vigorous, but some appear destined to survive.

Toon Responds Well to Release

Toon (*Cedrela toona* Roxb.) has been previously reported as a rapid growing exotic which showed promise in underplantings. Plantations in a variety of sites show no attack by the shoot borer (*Hypsipyla*) which damages other cedars. A six-year-old plantation in the Cambalache Forest (elevation, sea level; rainfall, 60 inches annually) was released completely from overhead shade during the past year. The trees have grown rapidly, the largest to three inches in diameter and 20 feet in height. They have not put forth excessive side branches, and there is no evidence of shoot borer.

Practical Methods of Increasing the Utility of Wood

Research in this field has been confined largely to studies of the service life of untreated fence post and simple methods for their preservation.

Penetration Secured by Cold Soaking

As a supplement to a comprehensive study of the treatment of fence posts by the cold-soaking method being undertaken by Miguel A. Hernández of the Insular Forest Service, the Station made use of 265 excess posts of 57 species to determine capacity to absorb the preservative and their subsequent durability.

The posts, three inches in diameter, by four feet in length, were soaked for 120 hours in a five-percent solution of pentachlorophenol in diesel oil. Absorption of the solution ranged from 1.5 to 18.1 pounds per cubic foot of wood. Results with a few of the commoner species tested follow:

Species	Absorption
	lbs./cu. ft.
<i>Micropholis chrysophylloides</i> Pierre	6.9
<i>Inga lawrina</i> (Sw.) Willd.	6.5
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	3.3
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn.	12.3
<i>Inga vera</i> Willd.	6.5
<i>Ormosia krugii</i> Urban	5.0
<i>Andira inermis</i> H.B.K.	5.8
<i>Bursera simaruba</i> Sarg.	15.1
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Dcne.	9.3
<i>Tabebuia pallida</i> Miers	5.4

These posts are being set in the ground, some on the north coast and some in the central mountains, to determine their durability. The specific gravities of 20 of the woods tested were determined as a part of a study of the factors affecting absorption.

Treated Posts Serviceable Six Years in Mangrove

Six years ago 12 four-inch posts of casuarina (*Casuarina equisetifolia* Forst) were set in the San Juan Forest to mark the corners of permanent growth plots. These posts were first subjected to hot-and-cold-bath preservative treatment, using carbolineum, with a six-hour hot bath at 80°C. They were set in mangrove soil which is usually but not always above the brackish water level. After six years 10 of these posts are entirely sound. Two posts show a small amount of decay near the top where they have end-checked, but these are both still serviceable.

Test of Natural Durability Nearly Completed

In 1947 a study of the natural durability of the fence posts of 32 common post species was begun. Eight posts of each species were set in a graveyard within the Cambalache Forest. After 53 months only 27 of the original 256 posts remain serviceable and 16 of these are infested with termites.

Three species are outstanding: millo (*Phyllanthus nobilis* Muell), with five posts serviceable, two of which are being attacked by termites; péndula (*Citharexylum fruticosum* L.), with three posts serviceable, one of which is being attacked by termites; and caimito de perro (*Chrysophyllum pauciflorum* Lam.), with four posts, all sound.

End-Diffusion Tested With Two Species

The end-diffusion preservative process is one of the simplest methods for treating posts. Freshly cut posts, with the bark on, are stood vertically in a shallow bath of the preservative solution, which diffuses upward into the post. This method was tested during the last year with eucalyptus (*E. robusta* Smith) and guaba (*Inga vera* Willd.). A 25-percent aqueous solution of copperized chromated zinc chloride was used. The treatment, for absorption of one pound of chemical per cubic foot, required from 17 to 21 days. The treated posts were dried for three months before setting. Stain tests made after drying indicate that absorption was confined to the outer sapwood. If this is correct, the treatment will prove of little value, since the central sapwood (no heartwood present) is also highly susceptible to decay. The posts were set to determine their durability. Further tests will be made on porous woods.

Charcoal-Cordwood Factor Determined

For some years the Station has attempted to acquire reliable data relating charcoal

yield to the wood volume used in its manufacture. Such data would facilitate sales of charcoalwood, making possible mere measurement of the kiln, rather than counting the sacks produced. Data from 100 kilns in the Carite Forest were collected by the Insular Forest Service during the past year. They indicated that the difference in yield between sites used for the first time and those previously burned, contrary to general opinion, was insignificant. The average yield per cord using buried rectangular kilns was twenty three 40-pound sacks, whereas for the more common paraboloid kilns it was 27 sacks. For rectangular kilns the number of sacks can be satisfactorily approximated by multiplying the length, width, and height (all in feet) of the kiln and dividing the product by six. For paraboloid kilns the curved data indicate the relationship shown in Table 15.

These data, which are for mixed fuelwood from tabonuco type forest, may prove applicable only locally. They are being tested in the Carite Forest.

Effect of Post Cutting Time Studied

Two years ago it was reported that in forestry training courses given to the field men of the Agricultural Extension Service and the Soil Conservation Service these men showed considerable interest in the question as to the effect, if any, of cutting time upon post durability. They had all been confronted with this question in dealing with rural people who adhere to various theories.

Table 15.—Charcoal yield from paraboloid kilns

Circumference of kiln	Volume in sacks for different kiln heights			
	3 feet	4 feet	5 feet	6 feet
	Sacks	Sacks	Sacks	Sacks
15	5			
20	9	12	16	
25	15	19	24	29
30	21	28	35	42
35		38	48	57
40			62	74
45			79	94
50				116

In response to their request a study of this nature was begun during the past year.

It is generally accepted by the rural people that posts cut at certain times are more durable than at other times. Their explanation for this phenomenon usually centers around moon phases, tides, days of the week, or seasons of the year. There appears to be no scientific evidence to support any of these theories, yet with minor local variations they are accepted and vigorously defended throughout the tropical zone by peoples who historically had no contact for centuries. A local experiment to test these theories appeared to have demonstrational, if not scientific value.

Contact was made with a number of the older farmers who had had long experience and had a deep-seated belief of this nature. All of their theories were considered in the layout of an experiment which included the following treatments:

1. Two sites: coastal plain and central mountains.
2. Four species: two perishable and two durable.

3. Two moon phases: rising and waning.
4. Ten cutting times:
 - a. Spring, summer, fall, and winter.
 - b. High and low tides.
 - c. Clear and cloudy weather.
 - d. When trees are dormant and when growing.

The experiment, including 1,800 fence posts, has been established in the Toro Negro and Cambalache Forests. The last posts were set in December, so no results are yet evident.

Eucalyptus Used as Piling

Eucalyptus (*E. robusta* Smith) is now available in some of the public forest plantations to diameters as large as 15 inches. A satisfactory market for this material has not yet developed, so the Station arranged for testing piling of this species in a housing project near San Juan. The piling stood the driving very well, and since they are used underground, should prove as durable as imported pine piling. As a result of this test a number of contractors have made inquiries concerning this species.

(Traducción del artículo anterior)

Duodécimo Informe Anual de la Estación de Experimentación Forestal Tropical

Durante el año de 1951 el trabajo de la Estación de Experimentación Forestal Tropical incluyó tres amplios campos: el desarrollo de la dasonomía internacional, la investigación de los problemas forestales de Puerto Rico y la divulgación educativa. Este informe describe los logros más importantes del año en estos tres amplios campos y bosqueja el programa para el año venidero.

DESARROLLO DE LA DASONOMIA INTERNACIONAL

La Estación participó en el desarrollo de la dasonomía internacional mediante el adiestramiento de estudiantes extranjeros, mediante comunicación con forestales del trópico tanto aquí como en sus propios países y por medio de la diseminación de información forestal de importancia internacional.

Durante el año la Estación adiestró a seis estudiantes extranjeros: de Malaya, Costa Rica, Tailandia, Honduras, Java y Ecuador. El período de adiestramiento de estos estudiantes fluctuó entre varios días hasta tres meses. Les fueron demostrados o participaron en administración forestal, investigación y divulgación. Además, la Estación recibió la visita de dasónomos y de técnicos de ciencias afines, provenientes de Brasil, Islas Vírgenes de Estados Unidos, Haití, Suecia, Francia, Paraguay y Honduras Holandesa.

El Jefe de División efectuó viajes a las Islas Vírgenes de EEUU, Guatemala, Costa Rica y Haití. Los viajes a las Islas Vírgenes, hechos en cooperación con el Servicio de Conservación de Suelos dió como resultado que se bosquejara un programa forestal de la finca para dicha agencia en ese área. Se puso en comunicación con el Gobernador quien ahora está interesado en el progreso de la dasonomía en esas islas.

El viaje a Guatemala se hizo por invitación del Servicio de Recursos Renovables del

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba, Costa Rica, para participar en un curso de un mes de entrenamiento en la selvicultura del pino y bajo los auspicios del Instituto de la F.A.O. Asistieron forestales y otros técnicos de diversos países como Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica. La organización del curso era excelente y las excursiones dieron una oportunidad de ver una variedad de condiciones forestales en Guatemala. Se vieron algunas especies arbóreas que merecen ser probadas aquí y en otros sitios.

La diseminación de información forestal tropical continuó a través de la publicación de la revista "Caribbean Forester." En esta revista se publicaron 11 artículos forestales en inglés y español, relativos a Brasil, Guayana Británica, Costa Rica, México, Puerto Rico y Trinidad, incluyendo también el undécimo informe anual de la Estación. El fichero de envíos de esta revista tiene un promedio de 655 nombres, de los cuales la mitad aproximadamente es de extranjeros.

Un total adicional de 137 términos en español fueron localizados y definidos como parte del Glosario de Terminología Forestal. En el año venidero todas las definiciones preparadas (posiblemente 800 términos) serán publicadas en la primera edición combinada y parcial de esta terminología.

DESARROLLO DE LA CIENCIA FORESTAL EN PUERTO RICO

La actividad primordial de la Estación continuó siendo la investigación de mejores prácticas forestales para Puerto Rico. Más que nunca antes hasta la fecha, la Estación trató de poner ante el público y el terrateniente los resultados de la investigación forestal.

Han aumentado las facilidades en materia de biblioteca, de utilidad tanto en actividades de investigación como didácticas. Du-

rante el año se recibieron 1060 publicaciones nuevas, entre ellas 37 revistas. Un aumento presupuestario hizo posible la compra de algunos libros nuevos, que se necesitaban. Se clasificó un gran cúmulo de material y se archivaron 11650 tarjetas de catálogo bibliotecario.

INVESTIGACIONES FORESTALES

Durante el año pasado varios proyectos individuales sobresalen en importancia y porque toman mucho tiempo. En la zona costanera ha seguido adelante el inventario de plantaciones forestales en tierras privadas para determinar la adaptabilidad y crecimiento de diferentes especies arbóreas. Se han encontrado registros adicionales de plantaciones viejas de manera que este proyecto no se completará hasta pasados varios meses.

Conjuntamente con el Bureau of Plant Industry - Soil Conservation Service Research Unit se llevó a cabo un extenso estudio de la zona cafetalera, el cual aparece descrito en más detalle más adelante.

Un logro importante en este año pasado lo ha sido también el trabajo en cuarteles permanentes de ensayo. Se venció el término de un lustro para la remediación de trece cuarteles de 0, 4 hectáreas en el bosque climácico de las Montañas de Luquillo. Se midieron éstos y otros 43 cuarteles más pequeños dispersos en los bosques públicos de la isla en diferentes medios estacionales e incluyendo muchas especies diferentes. Aún no se han completado los análisis de los resultados de mediciones de los cuarteles en el bosque climácico. Se establecieron diez nuevos cuarteles permanentes.

El foco de los estudios de campo continuaron siéndolo los tres bosques experimentales. Se establecieron en todos ellos nuevos estudios de plantación. Estos bosques también aportan una contribución directa a las comunidades aledañas, por medio del uso gratuito de la leña seca. En Cambalache 103 familias se llevaron 106 "cuerdas" de madera en forma de haces de leña. En St. Just 14 familias extrajeron unas 13 cuerdas de haces de leña provenientes del aclareo de 4 hectáreas. Las ventas de madera del Bos-

que de Cambalache las cuales incluyeron 371 postes devengaron \$107,50.

EDUCACION FORESTAL

Si la Estación ha de contribuir al desarrollo de la dasonomía en Puerto Rico, lo cual es factible por su condición de centro de investigación, no debe limitarse a la investigación. A juzgar por las experiencias del pasado no debe limitarse a publicar los resultados de sus investigaciones. Para no ensanchar la laguna entre el conocimiento y su aplicación práctica, la Estación debe hacer un esfuerzo directo por llegar hasta el pueblo a través de los educadores y los técnicos de divulgación. Esta filosofía sirvió de base para un programa didáctico más activo durante el pasado año.

Las actividades educativas de la Estación, muchas de ellas llevadas a cabo en cooperación con el Servicio de Extensión Agrícola, consistieron de dos programas de radio, la publicación de tres artículos en la prensa local y tres reuniones en los bosques experimentales, consistentes de técnicos de Conservación de Suelos, agricultores y niños de escuela. En el Bosque Experimental de Cambalache se ha separado un área de demostración de mejora de rodales. Se publicaron tres artículos de temas forestales en idioma español. Se dieron conferencias a 4 grupos cívicos. Se llevaron a cabo excursiones para enseñanza de conservación a las Niñas Escuchas, Niños Escuchas y Adventistas. Se trazó un plan de corta para un agricultor progresista de la costa norte.

La Estación también ha desplegado actividad en el sentido de tratar de incluir más enseñanza forestal en el curso de estudios escolar. Los miembros del personal técnico ofrecieron conferencias sobre conservación y dasonomía aplicada a la finca y organizaron viajes al campo para estudiantes de dasonomía y farmacognosia. Bajo la dirección de miembros del personal técnico se reunieron dos grupos de maestros y como resultado el año que viene se habrá de incluir la enseñanza de las fases de conservación de diversos recursos en el plan de estu-

dios de 12 años de las escuelas públicas de Puerto Rico.

Otra fase importante del desarrollo de la dasonomía es el asesoramiento de los funcionarios gubernamentales. Los miembros del personal técnico de la Estación formaron parte del "consejo asesorador" para las secciones de conservación de recursos forestales y suelos de un Programa de Fomento Agrícola para Puerto Rico, que están preparando conjuntamente todas las agencias agrícolas.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

En el programa de investigación los experimentos van encaminados hacia la determinación de:

1. La extensión y naturaleza de los bosques de Puerto Rico.
2. La aportación actual y potencial de los bosques de Puerto Rico.
3. Los métodos prácticos para aumentar la productividad de los terrenos forestales.
4. Los métodos prácticos para aumentar la utilidad de la madera.

En estas páginas y bajo esos epígrafes aparecen descritos los resultados más sobresalientes del trabajo experimental. Estos resultados se deben en parte a la valiosa cooperación de los funcionarios administrativos del Bosque Nacional Caribe, del Ser-

vicio Forestal Insular, de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras y de la Estación Experimental Agrícola Federal en Mayagüez.

Extensión y Naturaleza de los Bosques

La Estación continuó el estudio de los bosques existentes, dándole énfasis a las características de crecimiento de los rodales climáticos, según observado en cuarteles de ensayo permanentes, algunos de los cuales tienen ya más de cinco años. También continuó el asesoramiento técnico y procedente al Inventario Forestal, proyecto de un lustro, que lleva a cabo el Servicio Forestal Insular y que está completando ahora su trabajo de campo.

Localizados los Bosques Climáticos Remanentes

La localización y estudio de las pocas reliquias del bosque climático de Puerto Rico ha tenido gran prioridad porque estos rodales proveen una guía en cuanto a características de las especies y sus prácticas selviculturales. Gracias a que el Servicio Geodésico de EE. UU. terminó un nuevo reconocimiento aéreo de la isla y a que el Servicio de Conservación de Suelos prestó una excelente serie de ampliaciones fotográficas fué posible localizar todos los bosques que pue-

Tabla 1.—Datos de rodales en bosque climático

Cuartel	Número de árboles		Area basimétrica (metros cuadrados)	
	1945	1945	1950	1950
Tipo tabonuco				
TR-1	713	638	43,6	46,7
TS-3	947	850	41,6	43,0
Tipo colorado				
CS-1	905	853	45,7	46,0
CS-2	727	675	38,9	38,9
CS-3	677	560	47,6	45,8
CS-4	732	689	53,8	53,1
CV-1	661	597	35,9	34,3
CV-2	587	468	23,9	24,6
CV-3	788	734	44,6	43,5
CV-4	805	761	34,3	35,2

dan ser climácicos. El dosel del bosque que ha sido poco perturbado tiene una superficie uniforme en algunos sitios pero en los demás, debido a los árboles emergentes, es variable y se caracteriza en las fotografías por sombras oscuras. En las fotografías no es siempre fácil diferenciar entre el bosque climácico y el bosque poco talado o los cafetales pero las copas individuales son por lo general considerablemente más grandes en los árboles de sombra de café que en el bosque propiamente dicho. La maleza baja puede distinguirse debido a su sombra más corta. Un total de 225 áreas, incluyendo las dudosas, han sido localizadas, como merecedoras de un estudio "in situ". Aquellas que resultaren ser climácicas o casi climácicas serán estudiadas mediante muestreo y debidamente descritas.

La Mortalidad Neutraliza el Incremento en el Bosque Climácico

Un bosque climácico, al reflejar los efectos de largo plazo del clima y del suelo, tiende a ser más estable que el bosque secundario. Un indicio de esta estabilidad en el Bosque de Luquillo puede verse en el registro de cinco años de nueve cuarteles de 0,4 hectáreas en los tipos tabonuco y colorado. En la Tabla Núm. 2 aparece un resumen de los datos para árboles de 5 cm. o más.

La estabilidad del área basimétrica evidente en esta tabla es ocasionada por el efecto combinado de la muerte de numerosos árboles y el crecimiento de los restantes. La variación en el área basimétrica total

entre los diferentes cuarteles es un reflejo de las diferencias en los medios estacionales.

No Tiene Explicación la Variabilidad en el Crecimiento del Tabonuco

La re-mediación de cuarteles de prueba durante los últimos años ha indicado que árboles de una misma especie creciendo bajo condiciones aparentemente similares varían considerablemente en compás de crecimiento. Debido a que el compás de crecimiento afecta materialmente la elección entre dejarlos o cortarlos, se decidió buscar características superficiales que pudieran ser buenos índices de la capacidad de crecimiento y que por lo tanto fueran una buena guía para el procedimiento selvicultural.

Se escogió para la prueba al tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl), la especie más prominente del tipo climácico tabonuco. Se analizó un registro de cinco años relativo a 172 árboles en un cuartel imperturbado (El Verde \pm 3) en el Bosque de Luquillo (500 metros de elevación; precipitación anual de 3.048 mm.). Los índices probados fueron:

1. Diámetro a la altura del pecho al comenzar el período.
2. Posición en el dosel (clase según la copa) a través del período.
3. Vigor aparente a través del período.
4. Competencia, según indicada por el área basimétrica total de todos los árboles comprendidos en un radio de 8 metros, al comenzar el período.

En la tabla Núm. 2 aparecen los coeficientes de correlación que se obtuvieron en el estudio.

Tabla 2.—Coeficientes de correlación para el crecimiento del tabonuco

Índice	Número de árboles	Coeficiente
Diámetro	172	+ 0,47
Posición en dosel	172	+ 0,56
Vigor	172	+ 0,30
Competencia	172	+ 0,01
Posición en el dosel y vigor	172	+ 0,59
DAP, Posición y vigor	172	+ 0,60
Todas las cuatro	103	+ 0,62

La competencia, según se midió, no resultó ser un índice confiable, posiblemente debido a que hubiese sido más satisfactorio un radio mayor o menor alrededor del árbol. La correlación múltiple de posición en el dosel y vigor, los factores que más fácilmente se determinan en el campo, fué casi tan buena como la de los cuatro factores combinados. Estas correlaciones múltiples eran todas altamente significativas pero aún con todos los factores combinados sólo se explica alrededor del 34 por ciento de la variabilidad en índice de crecimiento entre los distintos árboles. Aparentemente entran en juego otros factores además de los que se tomaron en cuenta, entre ellos posiblemente el ambiente micro-edáfico, los cuales deben considerarse para poder predecir satisfactoriamente el índice de crecimiento del tabonuco.

Una correlación entre el diámetro, la posición en el dosel y el vigor de 463 árboles de especies como tabonuco, motillo (*Sloanea berteriana* Choisy), ausubo (*Manilkara nitida* (Sessé & Moc.) Dubard) y masa (*Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze) dió un coeficiente de 0,61, lo cual indica que esta asociación reacciona en forma similar.

Se Encuentra un Bosque Climático de Pantano

En una de las asociaciones forestales originales de Puerto Rico, localizada en los pantanos de agua dulce, dominaba el "palo de pollo" (*Pterocarpus officinalis* Jacq.). Casi todo ese bosque ha desaparecido debido a su fácil accesibilidad en o cerca de la planicie costanera. En la costa oeste, al norte de Mayagüez se ha encontrado una reliquia de

ese bosque, aparentemente imperturbada. El medio estacional es muy húmedo y está inundado durante parte del año.

Se señalaron y midieron los árboles en un cuartel de prueba de 0,12 hectáreas para determinar la naturaleza del rodal. El diámetro de los árboles se midió con cinta calibrada pero éste no pudo determinarse con exactitud debido a las estriaciones de los bolos. Los datos del estudio fueron: 100 árboles por hectárea y el área basimétrica era de 86,33 metros cuadrados por hectárea. (Más de la mitad de esta cantidad era madera aserrable). El diámetro promedio de los árboles es de 43 centímetros y los troncos más grandes pasaban de 127 centímetros. El dosel es muy uniforme y tiene de 26 a 30 metros de altura. Los árboles más grandes son ramosos, aparentemente porque han sido quebrados por los huracanes. El rodal parece ser de edad coetánea ya que no hay sotobosque ni árboles de menos de 15 cm. de diámetro. La única especie asociada es la palma real (*Roystonea borinquena* Cook).

El Crecimiento de la Palma de Sierra Varía con la Edad y con el Vigor

La palma de sierra (*Euterpe globosa* Gaertn.) es un árbol indeseable bastante común en los bosques de las montañas. Su compás de crecimiento reviste importancia ya que es un factor en la agresividad de la especie. Según informes anteriores, su compás de crecimiento no es tan rápido como se suponía. El año pasado el estudio de registros de 5 años de cuarteles de ensayo ha ofrecido mayor información sobre este aspecto. En la tabla núm. 3 aparece el crecimiento anual

Tabla 3.—Crecimiento en altura de la palma de sierra por clases según la copa.

Clase Según la Copa	Clase Según el Vigor	Núm. de árboles	Crecimiento anual en altura
Dominante	2	25	10,00
Codominante	2	34	13,72
Intermedio	1	10	26,52
	2	99	14,94
	1	21	22,25
Dcminado	2	95	15,65

promedio en altura de esta especie en dos cuarteles de 0,4 hectáreas, en el Bosque de Luquillo (elevación, 666 metros; precipitación 4064 mm. al año).

Para ese análisis se usaron sólo los árboles que no habían cambiado de clase a lo largo del período. La altura inicial se marcó haciendo una muesca en el tronco a la altura de la rama verde más baja. Se determinó el vigor ocularmente a base del tamaño de la copa y el color de la hoja, poniéndole el número uno a la más vigorosa.

Considerando solamente los árboles en la clase 2 (a base de vigor) puede verse que los árboles dominantes eran los de más lento crecimiento y los dominados los más rápidos. Esta relación inversa a lo usual puede explicarse solamente por el hecho de que los árboles dominantes son muy viejos y los dominados son por lo general jóvenes.

Aparentemente el vigor es mucho mejor índice del compás de crecimiento que la posición en el dosel pues los árboles en la clase 1 (según el vigor) crecieron con rapidez de 50 a 100 por ciento mayor que los árboles menos vigorosos en la misma clase según la copa. Esto era de esperarse ya que el vigor en sí era parcialmente una función del ambiente. Si el vigor es una medida de los nutrientes disponibles, como bien pudiera ser, puede llegarse a la conclusión de que bajo esas condiciones los nutrientes son un factor limitante de más empuje que la luz.

Puede Computarse la Edad y Crecimiento de las Palmas

En el bosque pluvial la edad y el compás de crecimiento de la mayoría de los árboles es difícil de determinar debido a que los troncos carecen de anillos de crecimiento anual. Esto imposibilita la determinación rápida del compás relativo de crecimiento o el valor relativo del medio estacional. La palma de sierra (*Euterpe globosa* Gaertn.) que crece en el Bosque de Luquillo, produce cicatrices foliares en su tronco, cuyo espaciamiento parece proveer una clave de su compás de crecimiento. Según análisis de un lustro en el crecimiento de 227 palmas se encontró una relación entre la separación ver-

tical de las cicatrices de la hoja y el número de años que se requieren para crecer 0,33 metros en altura (Tabla Núm. 4).

Tabla 4.—Compás de crecimiento de la palma de sierra.

Distancia vertical entre cicatrices foliares adyacentes en el tronco	Crecimiento anual en altura	Período requerido para crecer 0,33 metros en altura
Cm.	Cm.	Años
2,54	0,33	7,5
5,08	1,17	2,3
7,62	1,42	1,8
10,16	2,31	1,1
12,70	2,31	1,1

La distancia entre cicatrices foliares adyacentes puede medirse con facilidad. La cifra en la segunda columna de la tabla da el compás de crecimiento y la cifra en la tercera columna multiplicada por la altura de la palma hasta la base de la penca verde más baja da un cálculo de la edad de la palma. El uso de estos datos hace posible comparar el compás de crecimiento en distintas áreas, como una ayuda en la valorización de medios estacionales.

Casi Completo el Análisis de Existencias Forestales

Pronto estará disponible el cúmulo de datos más completo que se haya recogido hasta la fecha sobre los bosques de Puerto Rico, como resultado de un inventario global que ha llevado a cabo el Servicio Forestal Insular. La Estación ha hecho los planes del análisis de los datos de campo incluyendo 2800 cuarteles de un décimo de hectárea y construcción de tablas volumétricas locales. El inventario dará informes sobre la localización y extensión de los bosques existentes, su densidad y composición y el volumen actual y potencial en madera aserrable, postes y leña.

Aportación Actual y Potencial de los Bosques

Los resultados más importantes de la investigación en este campo se refieren al com-

pás de crecimiento de diferentes árboles y rodales bajo algún plan de ordenación. Tales resultados son indicios de la productividad potencial de los diferentes medios estacionales forestales.

La Caoba Hondureña Continúa

Su Rápido Crecimiento

Se ha medido el crecimiento de plantaciones de caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) de 13 años en el Bosque de Luquillo (elevación 333 metros; precipitación anual 3,556 mm.) después del primer aclareo efectuado en 1949. El diámetro promedio de los árboles en dos cuarteles de un décimo de hectárea era de 12,70 centímetros. Después del aclareo el crecimiento de los árboles ha continuado a razón de 0,63 centímetros al año. El incremento ha sido rápido durante los últimos dos años, según lo indican las cifras de la tabla núm. 5.

Medido el Crecimiento de la Caoba Dominicana

La caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.) es nativa de las Antillas Occidentales Mayores y crece en ambientes parecidos a los de las áreas más secas de Puerto Rico. En la isla se han establecido algunas plantaciones. Durante el pasado año se analizaron los registros de cuarteles en las tres plantaciones más viejas. Una de éstas está situada en el Bosque de Guánica (elevación: al nivel del mar; precipitación 762 mm. al año), en un pequeño valle con suelo de origen calizo. Otra plantación está situada en el bosque de Susúa (elevación: 166 metros; precipitación; 1270 mm. al año) con suelo somero derivado de serpentina. La otra plantación está situada en una ladera protegida en una hoya en el Bosque de Guajataca (elevación: 166 metros; precipitación anual: 2032 mm.). El crecimiento de estos árboles aparece en la tabla núm. 6.

Tabla 5.—Incremento de la caoba hondureña

Cuartel	Area basimétrica (metros cuadrados por ha.)		Volumen (metros cúbicos por ha.)		
	1949	1951	1949	1951	Incremento anual
Bisley	14,46	17,90	68,6	88,2	9,8
Coca	19,29	22,96	93,1	114,8	10,8

Tabla 6.—Crecimiento en rodales de caoba dominicana

Plantación	Edad en 1951	Arboles dominantes y codominantes			
		Número	Crecimiento promedio en 1951	Compás de crecimiento anual en diámetro	
				Media hasta 1949	Actual desde 1949
	Años		cm.	cm.	cm.
Guánica	20	62	14,22	0,71	0,48
Susúa	14	55	8,14	0,66	0,61
Guajataca	15	53	13,97	0,96	0,76

El efecto de las diferencias en medio estacional es aparente por el compás de crecimiento promedio en diámetro de estas plantaciones. Las plantaciones de Guánica y Susúa crecen a más o menos el mismo compás, el mejor suelo de Guánica casi está contrarrestado por la menor precipitación en ese área. La plantación de Guajataca está en buen suelo y tiene amplia precipitación.

El compás de crecimiento en Guánica y Guajataca ha comenzado a declinar según lo corrobora el ser más lento el compás actual de crecimiento, en comparación con la media hasta 1949. En Guánica esto indica aparentemente una mayor competencia por humedad ya que el área basimétrica es de sólo 13,55 metros cuadrados por hectárea y los árboles dominantes y codominantes reciben iluminación solar casi plena. En Guajataca la decadencia en el compás de crecimiento se debe probablemente a las limitaciones en humedad y nutrientes. Aquí el rodal alcanzó un área basimétrica de 18,60 metros cuadrados por hectárea.

La plantación de Guánica tiene sólo cerca de 5 metros de altura. No parece deseable el aclareo ya que se inclinaría a perpetuar el carácter ya ramoso de los árboles. El cuartel no se tocará para observar así la tendencia futura de su desarrollo. El cuartel de Guajataca ha sido aclarado hasta un área basimétrica de 15,15 metros cuadrados por hectárea, según se describe en otra parte de este informe.

Se Estudió el Volumen de los Árboles de Mangle

Se preparó una tabla de volumen (en pies cúbicos) para rodales jóvenes de mangle blanco (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.) basado en diámetro a la altura del pecho y altura total, usando el método de la fórmula de cuadrados mínimos. Se incluyó el volumen hasta el punto de diámetro de una pulgada en la punta del tronco y ramas. La tabla se basa en medidas tomadas en 130 árboles en el Bosque de Aguirre. La fórmula derivada es: Volumen de la troza (en pies cúbicos = 2,0378 Log. d.a.p. (en pulgadas) + 1,0624 Log. altura (en pies) - 2,7326. La diferencia agregada de la curva de regresión es de 0,022 por ciento y la desviación agregada es de 7,98 por ciento. En la tabla 7 aparece en forma condensada la tabla que fué derivada.

Esta tabla fué preparada según análisis del incremento en volumen de un número de cuarteles permanentes de crecimiento. Usando datos de alturas promedio locales, esta tabla se adaptó para rodales de mangle blanco del Bosque de San Juan y se aplicó a datos de rodal obtenidos de cinco cuarteles de un cuarto de acre que habían sido aclarados en 1938.

Los resultados de esa adaptación aparecen en la tabla núm. 8.

Por esta tabla puede verse que estos rodales jóvenes, cuyo diámetro es menos de tres pulgadas, crecen a razón de más de una cuerda (de madera) por acre por año. Puede verse también que el incremento va subiendo según los árboles aumentan en tamaño. En

Tabla 7.—Tabla de volumen (en pies cúbicos) para mangle blanco

D. A. P.	Volumen en pies cúbicos, basado en altura total						
	20	30	40	50	60	70	80
Pulgadas							
2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6		
4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5		
6		2,8	3,8	4,9	5,9	6,9	7,9
8		4,8	6,5	8,3	10,0	11,8	13,5
10		7,6	10,2	13,2	15,8	18,6	21,4
12		11,0	14,8	19,0	22,9	26,9	30,9

Tabla 8.—Incremento en árboles de mangle blanco

Cuartel	Volumen residual por acre en 1938	Incremento por acre por año			
		1938-42	1942-45	1945-49	Media
	Pies cúbicos	Pies cu.	Pies cu.	Pies cu.	Pies cu.
A	568	53	9	141	73
B	238	92	70	113	93
C	312	79	74	113	90
D	232	82	58	95	80
E	495	81	109	82	89

el cuartel A hubo algunas transgresiones a mediados del período.

Aún es Sobresaliente el Crecimiento del Eucalipto

Una re-medicación de dos cuarteles de ensayo en plantaciones de eucalipto (*E. robusta* Smith) indica que esta especie sigue siendo la de más rápido crecimiento en las montañas centrales. Una plantación está situada en el Bosque de Carite (elevación: 666 metros; precipitación anual: 2286 mm.) y hay otra en el Bosque de Toro Negro (elevación: 1000 metros; precipitación anual: 3048 mm.). Los datos recopilados aparecen en la Tabla núm. 9.

En Carite el crecimiento ha sido especialmente espectacular; es la plantación de eucalipto más densa de la isla, con un área basimétrica de 30,31 metros cuadrados por hectárea. El área basimétrica continúa

aumentando rápidamente ya que era de sólo 24,8 metros cuadrados hace dos años. Los árboles están bien formados y aún están creciendo en altura. La decadencia en el crecimiento en diámetro durante los últimos dos años puede ser un reflejo de densidad excesiva. Sin embargo, el dosel no es denso y bajo los árboles crece un vigoroso pastizal.

Durante los últimos dos años el aumento en área basimétrica en la plantación de Toro Negro fué de 16,76 metros cuadrados por hectárea en 1949 hasta 23,42 metros cuadrados por hectárea en 1951. Bajo este rodal se han establecido bien yerbas y árboles nativos. No se tocará ninguno de estos rodales para determinar el punto culminante del incremento en área basimétrica.

Las pruebas con eucalipto en otros sitios indican que ese rápido crecimiento es de esperarse en una gran parte de las tierras mon-

Tabla 9.—Crecimiento de rodales de eucalipto

Plantación	Edad en 1951	Arboles dominantes y codominantes			
		Número	Diámetro promedio en 1951	Compás de crecimiento anual en diámetro	
				Media hasta 1949	Actual desde 1949
	Años		Cm.	Cm.	Cm.
Carite	12	22	20,1	1,67	1,47
Toro Negro	12	38	26,4	2,41	1,39

tañosas. Al desarrollarse el mercado para el rendimiento de más de 400 hectáreas de plantaciones jóvenes que se acercan a la época de cosecha puede que haya un gran auge de plantación de esta especie en terrenos privados.

Se Analiza el Crecimiento del Tipo Tabonuco

La re-medición de un bosque de tipo tabonuco en el Bosque de Luquillo (elevación: 500 metros; precipitación: 3048 mm.), el cual había sido sometido a una ligera corta de mejora en 1937 (El Verde # 3) ha mostrado un aumento continuo en densidad en un período de 14 años. Durante los últimos ocho años el número de árboles por hectárea (de diámetros de 5 cm. o más) aumentó de 212 a 292 y el área basimétrica aumentó de 24,56 a 31,9 metros cuadrados por hectárea. El por ciento de árboles dominados aumentó de 28 a 59 como resultado de la mayor densidad. El volumen original del rodal era de 152 metros cúbicos por hectárea y el incremento durante esos ocho años fué a razón de 6 metros cúbicos por hectárea al año. La reproducción natural de las mejores especies está aumentando rápidamente. En la tabla núm. 10 aparece el número de arbolitos de algunas de esas especies, de un tamaño desde 1,5 metros de altura hasta 3,8 cm. de d.a.p.

Uno de los resultados más importantes de la corta de mejora es la creación de un ambiente en el cual ha sido posible este aumento en la reproducción natural y demuestra lo que puede hacerse bajo esas circunstancias sin incurrir en gastos de subplantación.

Variable el Crecimiento de la Teca

La re-medición de cuarteles de teca en tres medios estacionales indica un rápido crecimiento inicial de esta especie pero también muestra una temprana decadencia en crecimiento en los sitios pobres.

Una de las plantaciones está situada en el Bosque de Carite (elevación: 100 metros; precipitación anual: 2032 mm.) en suelo aluvial arenisco, en un valle protegido. Una segunda plantación está situada en una hoya en el Bosque de Río Abajo (elevación: 166 metros; precipitación anual: 2032 mm.) en sitio protegido, sobre suelo derivado de caliza. Una tercera plantación está situada en el Bosque de Luquillo (elevación: 300 metros; precipitación anual: 2540 mm.), sobre ladera de suelo somero. En la tabla número 11 aparecen los datos de crecimiento de los árboles de esas plantaciones.

Hoy día la plantación de Carite es la de crecimiento más rápido, los árboles son los de mejor forma, algunos alcanzan hasta 16,66 metros de altura y el área basimétrica es de 25,25 metros cuadrados por hectárea. El medio estacional en Río Abajo también es bueno pero debido a que el suelo es más somero el crecimiento en altura casi se ha estacionado al llegar a 10 - 11 metros. La decadencia en crecimiento en diámetro se debe probablemente en parte al apiñamiento de los árboles, ya que este sitio parece incapaz de soportar un área basimétrica de 20,66 metros cuadrados por hectárea, que es la que ha alcanzado. Se aclaró hasta un

Tabla 10.—Aumento en la reproducción natural en el tipo tabonuco

Especie	Número de arbolitos por ha.	
	1943	1951
<i>Dacryodes excelsa</i> Vahl	7,2	33,6
<i>Manilkara nitida</i> (Sessé & Moc.) Dubard	5,2	50,0
<i>Ocotea moschata</i> (Pavon) Mez.	8,8	26,4
<i>Sloanea berteriana</i> Choisy	20,4	86,4
<i>Tetragastris balsamifera</i> (Sw.) Kuntze	1,6	26,0

Tabla 11.—Crecimiento de los árboles en rodales de teca

Plantación:	Edad en 1951	Árboles dominantes y codominantes			
		Número	Diámetro promedio en 1951	Compás de crecimiento anual en diámetro	
				Media hasta 1949	Actual desde 1949
	Años		Cm.	Cm.	Cm.
Carite	15	101	18,3	1,32	1,14
Río Abajo	12	28	16,0	1,45	0,89
Luquillo	13	32	14,2	1,19	0,48

área basimétrica de 18,37 metros cuadrados por hectárea.

El crecimiento en la plantación de Luquillo aparentemente es un reflejo de la naturaleza tan somera del suelo sobre el cual crece. La altura promedio de los árboles es de sólo 10 metros y las copas son pequeñas. El área basimétrica de la parcela de prueba es de 19,06 metros cuadrados por hectárea.

El cese temprano del crecimiento en altura en Río Abajo y Luquillo es aparentemente un indicio de que hay poco que esperar de la teca en esos sitios. Esto evidencia la conclusión de que la teca no es para Puerto Rico, a menos que no sea en arbolados de carretera o en plantaciones de alineación. Nosotros no podemos proveerle los buenos sitios que esta especie requiere.

Se Establecen Cuarteles de Prueba en el Tipo Colorado

En Puerto Rico la falta de fondos para el mejoramiento de rodales forestales ha suscitado la pregunta que si se justifica que se efectúen esos trabajos en los sitios más pobres, especialmente en el tipo colorado. El crecimiento de bosques no mejorados en este tipo es muy lento y hay duda sobre cuanto lo aceleraría una corta de mejora. En este tipo sólo dos cuarteles pequeños habían sido establecidos, ambos en el mismo medio estacional en el Bosque de Luquillo.

Se establecieron cinco cuarteles más de

0,10 hectáreas en los Bosques de Carite, Toro Negro, Guilarte y Maricao en la Cordillera. Todos están situados sobre 666 metros de elevación y con una precipitación anual de más de 2540 mm. Tres de estos cuarteles fueron sometidos a una corta de mejora cuando fueron establecidos, dejándose solamente un área basimétrica de unos 11,48 metros cuadrados por hectárea en cada uno. El cuarto cuartel había sido mejorado hace cinco años y tiene hoy un área basimétrica de 22,49 metros cuadrados por hectárea. Este último cuartel puede que muestre un crecimiento acelerado que no es evidente inmediatamente después de la corta. El hecho de que menos del 20 por ciento de los árboles de 5 cm. o más de diámetro pertenezcan a la clase dominada es indicio de que estos rodales son bastante abiertos.

Desalentador el Crecimiento del Aceitillo

Una plantación de aceitillo (*Zanthoxylum flavum* Vahl) establecida en el Bosque de Guajataca (elevación: 166 metros; precipitación: 2032 mm.) ha crecido poco. Hace dos años al medir los cuarteles se obtuvo para 68 árboles entre dominantes y codominantes un diámetro promedio de 6,6 cm. después de 11 años de crecimiento. Esto implica un compás de crecimiento anual promedio de 0,61 cm. Este compás de crecimiento en el caso de una de nuestras especies más valiosas en un sitio similar a su medio-ambiente natural es muy desalenta-

dor. Se esperaba que hubiese aceleración ya que para esa época los árboles estaban bien establecidos pero estaban aún bastante espaciados. El crecimiento actual es aún más lento según lo indican las medidas tomadas en los últimos dos años. El diámetro de los árboles dominantes y codominantes está creciendo ahora a razón de sólo 0,43 cm. al año. Si este crecimiento continúa lento, no importa lo valiosa que sea la madera, ésto eliminaría a la especie en el futuro del desenvolvimiento forestal de la isla.

Se Continuaron los Registros sobre el Crecimiento de María

Se re-midieron los cuarteles de prueba de crecimiento en las plantaciones de maría (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) en tres medios estacionales. Uno de éstos está en el Bosque de Maricao (elevación 666 metros; precipitación anual: 2540 mm.) en un suelo laterítico arcilloso pobre. La segunda plantación está en el Bosque de Luquillo (elevación: 666 metros; precipitación anual: 2540 mm.) sobre suelo arcilloso menos laterizado. La tercera plantación está situada en el Bosque de Guajataca (elevación: 166 metros; precipitación anual 2032 mm.) en una loma caliza expuesta, sobre suelo somero. En la tabla número 12 aparece el desarrollo logrado por estas plantaciones.

Esta tabla muestra que maría, en estos tres sitios tan adversos está logrando un cre-

cimiento bueno y que el compás de crecimiento parece estar aumentando. En Maricao y Guajataca está creciendo donde otras especies plantadas han fallado.

No es Satisfactorio el Desarrollo de la Maga

Hace dos años la primera re-medición que se hizo en las plantaciones de maga (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.) demostró que el crecimiento había terminado virtualmente en las hoyas calizas del Bosque de Río Abajo (elevación 166 metros; precipitación anual 2032 mm.), en la costa norte. En esa fecha también se había informado que la forma de los árboles en el Bosque de Toro Negro (elevación: 833 metros; precipitación anual: 3048 mm.) era superior a la forma de los árboles de la costa. La segunda re-medición de estos cuarteles que se hizo el año pasado señala nuevos acontecimientos. En la tabla número 13 aparecen los datos recopilados.

El crecimiento actual es muy lento en ambas plantaciones. En Río Abajo puede deberse en parte a la degradación del suelo, pero parece que para continuar su crecimiento inicial rápido, esta especie debe tener un suelo bien drenado y moderadamente fértil. Las plantaciones son tan abiertas que la causa del lento crecimiento no puede achacarse a la densidad excesiva. También, el aclareo es indeseable según lo demuestran las experiencias de otros sitios, porque da lugar a ramificación epicórmica. Muchos de

Tabla 12.—Crecimiento de árboles en rodales de María

Cuartel	Edad en 1951	Area basimétrica por ha. en 1951	Arboles dominantes y codominantes			
			Número	Diámetro promedio en 1951	Compás de crecimiento anual en diámetro.	
					Media hasta 1949	Actual desde 1949
	Años	Metros ²		Cm.	Cm.	Cm.
Maricao						
D	18	26,86	26	15,24	0,79	0,97
E	18	22,50	39	18,54	1,04	1,39
Luquillo	14	19,29	121	11,94	0,71	0,86
Guajataca	14	10,33	175	9,14	0,53	0,86

Tabla 13—Crecimiento de los árboles en rodales de maga

Plantación	Edad en 1951	Area basimétrica por ha. en 1951	Árboles dominantes y codominantes			
			Número	Diámetro promedio en 1951	Compás de crecimiento anual en diámetro.	
					Media hasta 1949	Actual desde 1949
	Años	Metros cua.		Cm.	Cm.	Cm.
Río Abajo	13	13,32	29	13,2	1,07	0,36
Toro Negro	15	9,64	59	12,5	0,89	0,48

los árboles en el suelo húmedo de Toro Negro han muerto durante los últimos dos años, debido aparentemente a podredumbre de la raíz. En Toro Negro los árboles de más rápido crecimiento están cerca de la base de una ladera pero más arriba del aluvión. No se harán siembras adicionales de maga hasta tanto no se sepa la suerte de las extensas plantaciones ya establecidas.

Se Encuentran Árboles de Cedro de Rápido Crecimiento

El plantío de cedro (*Cedrela mexicana* Roem.) que más éxito ha tenido en Puerto Rico está situado en el Bosque de Luquillo (elevación: 500 metros; precipitación anual: 3048 mm.) El suelo sobre el cual crece es arcilla pero es somera y está relativamente bien drenada. El cedro se plantó en siembra mixta con caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.). Muchos de los cedros murieron, quedando sólo aquellos que encontraron luz adecuada y condiciones edáficas favorables.

En 1947, o sea a los once años de siembra, se estableció en esa plantación un cuartel de ensayo de crecimiento. En esa fecha el diámetro promedio de los árboles dominantes y codominantes fué de 13,97 cm. o sea un crecimiento medio anual en diámetro de 1,27 cm. Desde esa fecha el crecimiento anual promedio de los árboles dominantes y codominantes ha sido de 0,96 cm. lo cual es algo menor, pero continúa siendo rápido. Estos datos indican el rápido crecimiento que pueden lograr en este sitio los

árboles de cedro individuales y bien situados. Desafortunadamente, según lo muestran los demás plantíos a través de la isla, sólo una pequeña proporción (15 por ciento en este caso) de los árboles plantados encuentran condiciones favorables para lograr un crecimiento de esa naturaleza. En esa plantación los otros árboles de cedro que crecieron más lentamente han sido dominados por la caoba u otros árboles nativos.

Decae el Ritmo de Crecimiento del Capá Prieto

El capá prieto (*Cordia alliodora* Cham.), árbol nativo de Puerto Rico, suministra una de las maderas de ebanistería más valiosas de la isla. Está ampliamente distribuida y en sitios rocosos y bien drenados se regenera bien espontáneamente. En la isla se ha ensayado la repoblación artificial en varios sitios. Uno de los mejores medios estacionales para esa especie en los terrenos públicos parece ser en el Bosque de Carite (elevación: 833 m.; precipitación anual; 2540 mm.), sobre suelo granítico suelto.

Un cuartel de ensayo de crecimiento situado en una plantación establecida en ese bosque en 1937 indicó que a los 12 años de edad los 36 árboles entre dominantes y codominantes tenían un diámetro promedio de 14,99 cm. con un crecimiento anual promedio muy satisfactorio e igual a 1,24 cm. Los árboles estaban bien formados y algunos tenían hasta 16 metros de altura. El crecimiento anual en diámetro de los árboles dominantes y codominantes en los últimos

dos años ha sido sólo de 0,5 cm. Aparentemente el descenso no se debe a apiñamiento ya que el área basimétrica es de sólo 7,35 metros cuadrados por hectárea. Las condiciones climáticas han sido favorables. Se ha de continuar midiendo el diámetro para determinar la tendencia futura y para arrojar alguna luz sobre las causas de esta decadencia, que podría afectar materialmente los planes de subplantación con esa especie en bosques degradados.

Se Mide el Crecimiento del Capá Blanco

El capa blanco (*Petitia domingensis* Jacq.) produce una madera útil en ebanistería y también duradera bajo tierra. Además, el árbol es resistente en sitios adversos. Esta especie ha sido plantada en un área considerable de los bosques públicos. Una de las mejores plantaciones está situada en el fondo de una hoya, sobre suelo calizo somero, en el Bosque de Guajataca (altura: 166 metros; precipitación anual 2032 mm.).

Según las medidas de cuarteles en esta plantación (1949) a la edad de 13 años el diámetro promedio de 41 árboles entre dominantes y codominantes fué de 10,67 cm., equivalente a un crecimiento anual promedio en diámetro de 0,81 cm. Subsiguientemente el crecimiento anual promedio ha sido de 0,58 cm. Este descenso no se debe aparentemente a apiñamiento ya que el área basimétrica es de sólo 8,26 metros cuadrados por hectárea. Probablemente es un reflejo del suelo somero lo cual da como resultado creciente escasez de humedad según el rodal va desarrollándose. Se harán medidas adicionales para determinar el futuro de esta plantación.

Métodos Prácticos Para Aumentar la Productividad de los Terrenos Forestales

El aumento en productividad de las tierras forestales de Puerto Rico puede abordarse en dos formas primordiales; es decir, a través de (1) reforestación de terrenos baldíos o (2) mejora de los bosques ya existentes. La reforestación incluye: selección de especies, recolección, manipuleo, almacenaje y propagación de semilla y la plantación subsiguiente y su éxito se mide en términos de

la adaptabilidad de las especies al medio estacional. La mejora forestal incluye cortas parciales, control de enfermedades e insectos y la subplantación. El progreso de la investigación ha continuado en la mayoría de estos campos durante el año pasado.

Efectivo en el Vivero el Uso de Yerbicidas previo a la Siembra

Durante el pasado año se comenzó una serie de experimentos para determinar hasta que punto el uso de yerbicidas en el vivero podría disminuir el costo de los desyerbos. Al consultar con la Estación Experimental Federal en Mayagüez se planeó un estudio que incluía tratamiento pre-siembra, pre-brote y post-brote de la semilla, usando casuarina (*Casuarina equisetifolia* Forst) y caoba (*Swietenia macrophylla* King).

La fase de pre siembra de este estudio se llevó a cabo el año pasado. Se probó con dos reactivos químicos TCA sódico y 2-4 D (sal amina). Siendo el TCA el más efectivo contra gramíneas y 2-4 D contra herbáceas, como resultado de estas pruebas se recomienda una mezcla de ambas a razón de 8 Kg por hectárea para TCA y 1,4 Kg por hectárea para 2-4 D. Este tratamiento evitó el crecimiento denso de yerbajos durante dos meses. No hubo efectos deletéreos de parte del yerbicida al sembrar caoba una semana después de efectuado el tratamiento. La supervivencia de la casuarina fué baja cuando se sembró una semana después de haber regado con yerbicida pero no hubo efecto perjudicial al sembrar dos semanas después del tratamiento con yerbicida. Las plántulas que brotaban de la tierra no mostraban efectos perjudiciales de parte de los yerbicidas. Aunque a pesar del tratamiento con yerbicida no se elimina la necesidad de desyerbar antes del arranque, ofrece sin embargo, protección adecuada para eliminar las malas yerbas durante los dos primeros meses que es cuando más la necesita.

Se Empezó un Estudio sobre Corta Total de Mangle

En Puerto Rico es un espectáculo corriente

la rápida y densa regeneración de mangle (*Laguncularia racemosa* L. Gaertn.) que sigue a los claros de la marea. Ello sugiere el uso de la corta total simple como práctica selvícola. Un estudio a ese respecto se comenzó el año pasado para determinar la rapidez de desarrollo y el carácter de la regeneración resultante.

Se cortó una faja de 22 metros por 220 en un rodal de 20 años en el Bosque Aguirre. La faja se hizo en dirección norte a sur perpendicular a la dirección prevaleciente del viento. Se planeó cortar una faja adyacente hacia barlovento tan pronto como la regeneración fuese completa. No había señales de daño por el viento a lo largo del borde de la faja. La corta secó el suelo considerablemente. Por lo general no había semillones en las áreas secas ni en las carboneras.

*Se Hace un Segundo Aclareo
en el Manglar de Piñones*

Hace dos años describimos la densidad excesiva y el estancamiento comunes en los rodales jóvenes de mangle. Se señaló que hay una pérdida considerable por concepto de crecimiento en un período de varios años debido a la competencia excesiva entre los árboles. En 1949 se probó la reacción de tal bosque joven y denso a aclareos, usándose para la prueba un rodal de 12 años en el Bosque de San Juan. El diámetro promedio de los árboles en este rodal era de 4,1 cm. y el del árbol más grande era de 12,7 cm. Al hacer el aclareo se llevaba en mente dejar un área basimétrica predeterminada y hacer una distribución balanceada de los árboles a dejar a través de las clases diamétricas, dejando más o menos la misma área basimétrica en cada clase. En la tabla número 14 aparecen los resultados de ese aclareo.

En 1951 los Cuarteles A y C parecían necesitar más aclareo y se volvieron a aclarar, el Cuartel A hasta 19,7 metros cuadrados por hectárea y el Cuartel C hasta 18,1 metros cuadrados. El Cuartel E (testigo) tuvo una baja en área basimétrica debido a la elevada mortalidad causada por la com-

Tabla 14.—Incremento de mangle blanco en área basimétrica

Cuartel	Área basimétrica por hectárea	
	1949	1951
	m ²	m ²
A	18,1	29,2
C	14,0	20,9
E (sin aclarar)	34,0	32,4

petencia excesiva. Por esta causa se eliminaron unos 1800 árboles por hectárea. Las diferencias principales entre los cuarteles aclarados y el cuartel testigo son en cuanto a forma del árbol y uniformidad en el espaciamiento.

*Fracasa la eliminación
del Muérdago o "Piñita"*

El año pasado se informó que se estaba haciendo un esfuerzo por controlar el muérdago o "piñita" en una plantación de maga (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.). Se seleccionaron dos hoyas calizas con un área de cerca de 5,6 hectáreas en el Bosque de Guajataca. Allí, en una plantación de 13 años de edad, cerca del 80 por ciento de los árboles estaban infestados con lo que aparentemente es una especie de *Phthirusa*. Se hizo una prueba sobre la rapidez de re-incidencia del parásito cortando todas las ramas infestadas en los árboles de ese área. En los casos necesarios, se desmocharon los árboles. El trabajo era algo arriesgado y costó alrededor de cinco jornadas por acre. A pesar de lo fuerte del ataque de esta plaga su erradicación no destruyó el rodal y un año más tarde el aspecto general de la plantación no es diferente a como estaba antes del tratamiento.

En el transcurso del año reapareció la "piñita" en la mitad de los árboles. La mayor parte de las plantas están todavía pequeñas, con vástagos de menos de 15 cm. de largo, tratándose aparentemente de una re-incidencia. También abundan plantas más grandes que aparentemente no se percibieron al hacer el tratamiento por estar pequeñas en-

tonces. El tratamiento liberó a menos de la mitad de los árboles infestados. La fuente de infección radica en árboles infestados cercanos, algunos situados en terrenos privados. Para tener éxito la erradicación precisa eliminar ese foco. Como en otros respectos la maga está resultando ser menos deseable como árbol de propagación de lo que se suponía originalmente, al presente no se hará ningún otro esfuerzo por erradicar el muérdago. En las cercanías ha atacado una pequeña plantación de capá prieto (*Cordia alliodora* Cham.) pero no parece atacar a la maría (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) ni a la caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.). Para hacer posible la observación del desarrollo del muérdago y su efecto en el crecimiento de los árboles se marcaron y describieron varios árboles. Aparentemente la mejor manera de evitar este problema es subplantando la maga con árboles no susceptibles al ataque de esta plaga.

Efectivo el Capado del Yagrumo

El yagrumo hembra (*Cecropia peltata* L.), árbol agresivo, de crecimiento rápido y de poca utilidad en el presente, forma frecuentemente un dosel superior casi completo en los rodales secundarios. El árbol es de valor en aquellos sitios donde sirve para cerrar rápidamente los claros en el dosel, evitando el crecimiento herbáceo debajo, pero constituye una especie indeseable en los sitios donde domina a un sotobosque de árboles valiosos. Su erradicación es problema corriente.

Durante el pasado año se efectuó en el Bosque de Luquillo una prueba sobre capado y envenenamiento de 86 árboles de yagrumo hembra. Setentisiete de estos árboles fueron capados y envenenados con una solución de ammate (sulfamato de amonio) preparada mediante dilución de 10 libras de cristales por galón de agua. Los otros 9 árboles fueron capados pero sin aplicarles veneno. El tamaño de los árboles fluctuaba entre 5 y 73 cm. de diámetro y la mayoría dominaba en el dosel. Fueron tratados durante el mes de enero, antes de un período prolongado de sequía.

Los resultados tardaron en evidenciarse. Al cabo de seis meses las copas de los árboles aún eran normales y ningún árbol había comenzado a brotar debajo del sitio donde se capara, pero la mayoría había aumentado en diámetro inmediatamente más arriba de ese sitio, aunque ninguno había formado puente. Había indicios de cambium muerto más abajo de la ranura del capado, aparentemente debido al veneno. Después de diez meses se habían muerto 6 de los 9 árboles que no fueron envenenados y 51 de los 77 envenenados. Los resultados señalan principalmente el efecto del capado más que del envenenamiento. Los árboles de todos tamaños fueron afectados más o menos igual, excepto que los árboles de menos de 25 cm. de diámetro tenían la tendencia de brotar más vigorosamente que los árboles más grandes. Al cabo de 12 meses sólo restaban vivos dos de los árboles que no se habían envenenado y siete de los que habían sido tratados con veneno. Solo cuatro de estos árboles han tendido puente sobre la ranura del capado. Las copas de los demás están muriéndose y tienen brotes endebles más abajo de la ranura del capado.

El resultado sobresaliente de este estudio no fué el fracaso del "ammate" al no matar pronto los árboles sino lo efectivo que era el capado de por sí. Se suponía que el método de capado de ranura menor de 5 cm. de ancho sería rápidamente cruzado o que se desarrollarían poderosos vástagos bajo las ranuras. El veneno se aplicó para obviar este posible efecto pero evidentemente no fué ni efectivo ni necesario. Los brotes que se han desarrollado están en los árboles expuestos a mucha luz. Es dudoso que los vástagos en la sombra lleguen a crecer hasta la altura del dosel. Se probará el capado del yagrumo en mayor escala.

Se Estudia el Brote de Vástagos en la Pomarrosa

Pomarrosa, (*Eugenia jambos* L.) nativa del Asia tropical se ha naturalizado extensamente en Puerto Rico. Por lo general tiene forma arbustiva pero puede crecer hasta 12 metros de altura. Es tolerante y a menudo invade los arbolados secundarios en las par-

tes húmedas de la isla. Brota vigorosamente de cepa lo cual es una ventaja cuando es deseado y un problema cuando es preciso eliminarlo de los bosques donde se prefieren mejores especies. Es de presumirse que usando diferentes métodos de corta sea posible uno de los siguientes efectos: (1) llevar a un máximo su rendimiento en leña (2) mejorar la forma del tronco para la producción de espeques o (3) eliminarlo por completo de los rodales.

Un estudio preliminar del vigor del brote de cepa de la pomarrosa se ha llevado a cabo durante los últimos dos años en el Bosquete de Río Piedras. En un bosque secundario mixto con amplia representación de pomarrosas se llevó a cabo una corta de mejora. Se señalaron sesentisiete tocones de pomarrosas y se describió cada cepa según número de troncos, diámetro y el grado de abertura superior en el dosel. El diámetro de los troncos fluctuaba entre 5 y 20 cm.

Según los datos recopilados al cabo de 16 meses pueden compararse los grupos sobre y bajo el promedio. Sólo tres tocones no brotaron de cepa. El número promedio de brotes por tocón fué de 11 y la altura promedio del brote más alto era de 1,4 metros. Las demás relaciones aparentes en los límites de estos datos son las siguientes:

1. Mientras más grande el tocón mayor el brote.
2. Mientras mayor era el claro en el dosel mayor era el número de brotes producido y más rápido su crecimiento.
3. Los claros en el dosel son más importantes que el diámetro en relación con el vigor del brote de cepa.
4. Los tocones solitarios tienen la tendencia de producir más brotes que aquellos que forman parte de una cepa que no se cortó del todo.

El estudio de estas relaciones nos lleva a la conclusión de que el rendimiento máximo en leña es el resultante del régimen de corta total y el de talar. La forma del árbol y el crecimiento en diámetro pueden mejorarse algo removiendo los troncos torcidos de las cepas individuales ya que son pocos los bro-

tes que se desarrollan en esas cepas, especialmente si se dejan suficientes troncos para formar un dosel superior. Sólo tres troncos han muerto, lo cual indica que quizás sea necesario el uso de venenos para erradicar la pomarrosa.

Se Continúan los Aclareos de la Caoba Hondureña

Hace dos años que se informó sobre los primeros aclareos experimentales de la caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) en plantaciones de once años de edad en el Bosque de Luquillo (elevación: 333 metros; precipitación anual: 3556 mm.). Según se describe en otro sitio en este informe el crecimiento subsiguiente ha sido satisfactorio y aunque ha habido algún daño por efecto del viento, éste no ha sido importante.

Como consecuencia se han hecho aclareos adicionales en 200 hectáreas en plantaciones de esa misma edad en otros sitios del Bosque de Luquillo y en el Bosque de Río Abajo (elevación: 166 metros; precipitación anual: 2032 mm.). Estos aclareos dejaron el área basimétrica de 13,78 a 18,37 metros cuadrados por hectárea. En la generalidad de los casos los resultados son satisfactorios, sin daños por acción eólica ni crecimiento excesivo de bejucos y enredaderas. El sotobosque se ha tornado más denso, incluyendo entre la vegetación vardazos de especies arbóreas deseables. Las copas de los árboles de caoba están cerrando rápidamente los claros en el dosel.

En un cuartel de 0,1 hectáreas se hizo un aclareo muy intenso para determinar si es deseable esta práctica. Se redujo el área basimétrica de este cuartel de prueba de 20,66 a 9,64 metros cuadrados por hectárea. Restan en el sitio algunos árboles dominantes grandes que deben ser capaces de mantener en rayo el crecimiento de bejucos. Después del aclareo el diámetro promedio era de 12,95 cm. Durante los primeros seis meses no hubo evidencia de problema de bejucos.

Aclareada la Caoba Dominicana

El aclareo experimental efectuado hace un año en una plantación de caoba dominicana

(*Swietenia mahagoni* Jacq.) de 20 años de edad, en el Bosque de Luquillo indicó que la especie es resistente al viento pero que tiene la tendencia de producir ramificación epicórmica excesiva cuando se aclarea intensamente. Con esta limitación en mente se hizo un aclareo de un cuartel de prueba de crecimiento de 0,1 hectáreas en el Bosque de Guajataca (elevación: 166 m; precipitación anual: 2032 mm.) Esta plantación, de 15 años de edad, había alcanzado un diámetro promedio de 13,97 cm. y un área basimétrica de 18,6 metros cuadrados por hectárea. Está creciendo en sitio protegido pero por lo somero del suelo se cree que el crecimiento probablemente está decreciendo. Un gran número de árboles malformados estaba interfiriendo con el desarrollo de ejemplares mejor formados. El aclareo redujo el número de árboles por hectárea de 280 a 208 y el área basimétrica de 18,6 a 15,15 metros cuadrados por hectárea. La mayoría de los árboles dominados fué eliminada de manera que el número de árboles dominantes y codominantes subió de 12 a 16. La forma de los árboles restantes, a pesar de ser ramosos en su mayoría, es mucho mejor que la de los que fueron eliminados.

*La María Estancada Reacciona
Lentamente al Aclareo*

María, (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) crece bien en sitios adversos a través del sector húmedo de la isla. Algunas de las primeras plantaciones efectuadas fué de esta especie en el Bosque de Maricao (elevación: 500 metros; precipitación anual: 2540 mm.). El crecimiento en una plantación de 20 años en suelo laterítico en esta área se había estancado y necesitaba un aclareo. En 1944 un cuartel de diámetro promedio de 11,9 cm. fué aclarado de un área basimétrica de 37,88 metros cuadrados por hectárea hasta una de 25,71. Entonces durante el año subsiguiente tuvo lugar un aumento en el compás de crecimiento el cual no continuó después. Esta reacción favorable inicial podía haberse debido a buenas condiciones climáticas para esa fecha.

En 1949 se hizo un aclareo más intenso en otros dos cuarteles rebajando el área basimétrica hasta 18,36 metros cuadrados por hectárea. Este aclareo dió libertad a la copa y luz superior a un 85 por ciento de los árboles restantes. No hubo caídas de árboles por acción del viento. Sin embargo, tampoco aceleró el crecimiento. Durante los últimos dos años el área basimétrica aumentó hasta 21,58 metros cuadrados por hectárea pero el crecimiento anual promedio fué de sólo 0,38 cm. en comparación con 0,41 cm. antes de la corta. Las copas aún son estrechas, con pocas ramas nuevas.

La solución del problema no parece ser un aclareo más fuerte, pues los árboles están bastante separados, sino que un aclareo más oportuno. Aparentemente los árboles reaccionan despacio después de haber estado dominados por tantos años. Si el rodal hubiese sido aclarado 5 o 10 años antes parece probable que se hubiese obtenido rápido crecimiento. En un cuartel adyacente donde el bosque era más abierto y nunca excedía de 19,52 metros cuadrados por hectárea, el crecimiento anual promedio en diámetro de los 26 árboles dominantes y codominantes para ese mismo período era de 1,40 cm.

*Las Cortas Parciales Mejoran
el Bosque de Luquillo*

Desde 1943 unas 2.000 hectáreas de bosque secundario de los tipos tabonuco y colorado en el Bosque de Luquillo han sido sometidas a cortas totales. El objetivo primordial de estas cortas era mejorar el bosque. Mediante estas cortas se salvó la madera extramadura, se cosecharon los árboles maduros, se eliminaron las especies de inferior calidad y de forma pobre y se liberaron y aclararon los vardazcos y fustales, dejando siempre un dosel forestal protector. El material cortado fué vendido y algunas de las áreas de venta se examinaron el año pasado o sea cinco años después para determinar los resultados visibles de la corta.

Hoy día el aspecto de los rodales está directamente relacionado con (1) la proporción de árboles de inferior calidad y sin valor económico que formaban parte del dosel supe-

rior al hacer la corta y (2) la abundancia de árboles pequeños (vardazcos y frutales) para la fecha de la corta. Allí donde habían pocos árboles sin valor comercial o donde el crecimiento de arbolitos era denso el rodal se tornó altamente productivo inmediatamente y con sólo una corta. Tales rodales son hoy día densos y están compuestos por árboles de troncos derechos, útiles para espeques y postes. También contienen algunas especies de madera aserrable. Se han eliminado todos los árboles que sólo sirven para leña. En algunos rodales del tipo tabonuco se ha efectuado una segunda corta para obtener postes y traviesas.

En aquellos casos en que las inservibles palmas de sierra (*Euterpe globosa* Gaertn.) o el yagrumo hembra (*Cecropia peltata* L.) dominaban el dosel en la época de la corta, su representación después ha aumentado. Sin embargo, en algunos sitios bajo esos árboles la regeneración espontánea ha sido bastante satisfactoria. Esos rodales no pueden mejorarse por medio de ventas de madera sino solamente por medio de la eliminación de árboles sin valor a efectuarse por cuadrillas a sueldo. La prioridad de este trabajo en diferentes áreas está condicionada por la calidad y la cantidad del diseminado que se va a beneficiar.

En los casos en que no había diseminado bastante avanzado, su desarrollo desde que se hizo la corta no ha sido marcado. Excepto en los sitios más pobres se ha desarrollado una maraña de vegetación herbácea, incluyendo yerba cortadera en el tipo colorado. Esta vegetación no parece haber interferido con los arbolitos ya establecidos pero puede que haya sofocado los nuevos semillones.

Por lo general las cortas han sido beneficiosas, particularmente cuando el rodal estaba en buenas condiciones al hacerlas. En otros sitios las cortas deben estar acompañadas de la eliminación de árboles indeseables que resten en el dosel o con regeneración artificial por subplantación o con ambas prácticas.

Se Investiga el Problema de la Sombra de Café

Un año atrás el Informe del Servicio Forestal describía el interés que tenía porque

hubiese en Puerto Rico una industria cafetalera floreciente. Los cafetales que son en sí un tipo forestal han protegido grandes extensiones en Puerto Rico, las cuales siempre deben estar cubiertas de vegetación. Sin embargo, hoy día se están desmontando gradualmente estas plantaciones. En un esfuerzo por ponerle coto a esta tendencia la Estación ha comenzado un programa de investigación para aumentar el rendimiento de estas tierras tanto en café como madera u otros productos forestales.

Los miembros del personal técnico participaron conjuntamente con la Unidad de Investigación local del Negociado de Industrias de Plantas y del Servicio de Conservación de Suelos, en un estudio sobre la variabilidad de los rendimientos en café y los factores responsables de esas variaciones. Este estudio se hizo a manera de un reconocimiento de unos 60 medios estacionales en 30 fincas de café progresistas. Se hizo en el otoño, poco antes de la cosecha de manera que se pudiera apreciar el rendimiento relativo de los árboles de café según las diversas condiciones existentes.

El reconocimiento puso de manifiesto ciertas relaciones de valor en la orientación de las investigaciones futuras. La intensidad de la luz vertical resultó ser el factor ambiental más claramente relacionado con el rendimiento del árbol de café. Los árboles de mayor rendimiento eran frecuentemente los que estaban situados en claros en el dosel lo cual sugería la idea de que por lo general la sombra ofrecida al café era muy intensa. Algunas variaciones inexplicables de esta relación indican que la competencia por nutrientes edáficos puede a veces ser más importante que la competencia por la luz. También puede obscurecer el cuadro el tiempo prolongado entre causa y efecto.

El factor sombra parece tornarse menos importante según aumenta la elevación. El follaje de los árboles de café bajo sombra densa es de un color verde más intenso que en otros sitios pero los árboles producen menos fruto. Sin embargo, los árboles completamente expuestos a la luz solar se queman después de uno a tres años de rendimiento

copioso. Hubo alguna evidencia de que la sombra irregular, que permite dos o más horas de luz directa continua sobre el café es mejor que luz similar conjunta, pero que llega difusa a través de un dosel de sombra uniforme. Es variable la opinión con respecto a los méritos de las diferentes especies a usar como sombra pero generalmente la selección recae sobre las leguminosas. Hay seis especies que se usan con frecuencia: guaba (*Inga vera* Willd.), guamá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.), moca (*Andira inermis* H.B.K.), pollo (*Dendropanax arboreum* (L.) Dene & Pl.), guaraguao (*Guarea trichilioides* L.) y bucayo (*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook). El alto contenido en nitrógeno en los suelos de los cafetales apoya la idea de que los nódulos de las leguminosas ofrecen una importante aportación.

Se Hacen Pruebas con Especies Recientemente Introducidas

Hace cuatro años se introdujo la primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose) para probarla en distintos sitios. En el Bosque de Luquillo (elevación: 166 metros; precipitación: 2794 mm.) sobre suelo laterítico profundo, los árboles de cuatro años de edad tenían 10 metros de altura y de 10 a 12 cm. de diámetro. En el Bosque de Cambalache (elevación: a nivel del mar; precipitación: 1524 mm.), sobre suelo calizo somero, los árboles de la misma edad tienen de 3 a 4 metros de alto y de 2,5 a 5 cm. de diámetro. El año pasado se hicieron siembras adicionales de esta especie en otros tres sitios.

El ciprés mejicano (*Cupressus lusitanica* Mill.), una valiosa conífera de México y América Central fué introducida en la isla hace tres años. Ha demostrado ser fácil de propagar y de crecimiento muy rápido donde se sembró o sea en las montañas desde 666 hasta 1000 metros de elevación. Los árboles de tres años de edad tienen de 2,66 a 3 metros de altura y se ven prósperos aún en sitios degradados. Se pidió más semilla para seguir ensayando en otros sitios.

La Majagua Sufre de Marchitez Descendiente

La majagua (*Hibiscus elatus* Sw.) una madera de ebanistería de las demás Antillas

Mayores ha crecido muy rápidamente en plantíos recientes efectuados en una variedad de sitios tanto cerca del nivel del mar como a 1000 metros de elevación. Unos árboles de 6 años de edad originados por subplantación en el Bosque de Río Abajo (elevación: 166 metros; precipitación: 2032 mm.) tienen 16 metros de altura y son de forma excelente. Durante el año pasado algunos de estos árboles sufrieron de marchitez descendiente a lo largo de por lo menos 3 metros y subsiguientemente desarrollaron una copa fea y ramosa. No se conoce el agente causante que provoca síntomas tales como marchitez de las hojas y ennegrecimiento de la parte superior del tronco. No ha habido reincidencia durante algunos meses de manera que esta enfermedad puede que constituya un problema sólo durante ciertos períodos.

La Casuarina Falla en Sitios Húmedos

La casuarina (*C. equisetifolia* Forst.) ha sido plantada en algunas áreas en el Bosque de Río Abajo (elevación: 166 metros; precipitación: 2032 mm.) para mejorar suelos exhaustos por el cultivo. Ha resultado ser muy rústica para ese propósito a pesar de que es el límite superior altitudinal para su óptimo crecimiento.

Después de un comienzo prometedor, una de las plantaciones parece ahora encaminada al fracaso. El sitio, una arcilla roja degradada y exhausta por el cultivo de tabaco estaba cubierta de matojo antes de la siembra. Los arbolitos sembrados crecieron rápidamente y en tres años eliminaron la yerba. Luego, aparentemente durante la época lluviosa, el suelo se saturó de agua y las copas de los árboles se tornaron amarillas. Subsiguientemente algunos árboles han muerto como resultado de lo que aparentemente es una podredumbre de la raíz. En sitios cercanos donde el suelo es suelto y poroso, los árboles se ven prósperos. En los peores sitios a esta elevación parece ser que el roble (*Tabebuia pallida* Miers) es mejor para mejorar el suelo.

El pino macho (Pinus caribaea) inoculado con micorrizas.

Ha tropezado con gran dificultad la pro-

pagación en el vivero y el establecimiento definitivo en el campo de las coníferas, sobre todo el pino macho (*Pinus caribaea* Mor.). Todas las especies ensayadas (de las coníferas), con la única excepción del ciprés mexicano (*Cuppressus lusitanica* Mill.) se han vuelto cloróticas y endebles en el vivero y pocas han llegado al tamaño de arranque.

Del análisis efectuado por el Dr. Carl L. Stone, del Departamento de Agronomía de la Universidad de Cornell de las acículas y troncos de los arbolitos entecos de pino macho surgió la recomendación de que se aplicase fosfato de amonio. La reacción fué floja. Subsiguientemente se recibieron micorrizas de Indonesia las cuales fueron cultivadas por la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. Al inocular los arbolitos con micorrizas se observó, al menos temporeraente, un efecto beneficioso al eliminar la clorosis gradualmente. Sin embargo, cuando se arrancó el material del vivero no había evidencia macroscópica de la presencia de las micorrizas ni los arbolitos tratados tampoco han resultado superiores en la siembra definitiva en el campo. Pero aún hace poco que se plantaron para derivar conclusiones terminantes. Los árboles de esta especie mencionados en el informe del año pasado como que habían recobrado fuerzas no se ven vigorosos pero algunos parece que sobrevivirán.

El Cedro toona Reacciona bien a la Liberación

El cedro toona (*Cedrela toona* Roxb.) según ha sido previamente informado es una especie exótica de rápido crecimiento que parece prometedora en subplantaciones. En una variedad de medios estacionales las plantaciones de esta especie no muestran estar atacadas por el taladrador del renuevo (*Hypsi-pyla*) que inflige daños a otros cedros. El año pasado una plantación de seis años de edad, en el Bosque de Cambalache (elevación: a nivel del mar; precipitación: 1529 mm.) fué liberada completamente de la sombra vertical superior. Los árboles han crecido rápidamente, los más grandes han alcanzado hasta 7,6 cm. de diámetro y 6,6 metros de altura. No han desarrollado exceso

de ramas laterales y no hay evidencia de ataque de taladradores de renuevos.

Métodos Prácticos Para Aumentar la Utilidad de la Madera

La investigación en este campo se ha limitado en su mayor parte a estudiar el período de vida en servicio de los espeques sin tratar y los métodos simples para su preservación.

Se Logra Penetración por el

Método de Remojo en Frío

Como un suplemento al estudio de tratamiento de espeques por el método de remojo en frío, el cual está llevando a cabo el Sr. Miguel A. Hernández, del Servicio Forestal Insular, la Estación utilizó unos 265 espeques de 57 especies para determinar su capacidad de absorción de preservativo y su ulterior durabilidad.

Los espeques, que tenían 7,6 cm. de diámetro por 1,33 metros de largo fueron sumergidos en una solución al 5 por ciento de pentaclorofenol en aceite diesel, por espacio de 120 horas. La absorción de la solución fluctuó entre 0,09 y 1,13 Kilogramos por metro cúbico de madera. Los resultados obtenidos con algunas de las especies más comunes fueron como sigue:

Especie	Absorción Kg. / m ³ .
<i>Micropholis chrysophylloides</i> Pierre	0,43
<i>Inga lcurina</i> (Sw.) Willd.	0,41
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0,21
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn.	0,77
<i>Inga vera</i> Willd.	0,41
<i>Ormosia krugii</i> Urban	0,31
<i>Andira inermis</i> H.B.K.	0,36
<i>Bursera simaruba</i> Sarg.	0,94
<i>Didymopanax morotoni</i> (Aubl.) Dcne.	0,58
<i>Tabebuia pallida</i> Miers	0,34

Estos espeques se entierran por una extremidad en tierra (a modo de cerca), algunos en la costa norte y otros en las montañas centrales para determinar su durabilidad. Se determinó el peso específico de 20 de las maderas tratadas, como parte de un estudio sobre los factores que afectan la absorción.

*Espeques Tratados Todavía Servibles
después de Seis Años en el Mangle.*

Hace seis años se usaron 12 espeques de casuarina (*C. equisetifolia* Forst) de 10 cm. de diámetro, para marcar las esquinas de cuarteles permanentes de crecimiento en el Bosque de San Juan. Estos espeques habían sido sometido a tratamiento con preservativo mediante el proceso de baño en caliente y frío, usando carbolina, con baño caliente de seis horas a 176° F. Fueron introducidos en suelo de mangle el cual está por lo general pero no siempre sobre el nivel del agua salobre. Al cabo de seis años 10 de estos espeques están totalmente sanos, dos de ellos muestran una pequeña porción de podredumbre cerca de la extremidad superior pero aún están servibles.

*Casi se ha Completado la Prueba
Sobre Durabilidad Natural*

En 1947 se comenzó un estudio sobre la durabilidad natural de espeques de 32 especies comunmente usadas como tal. En un "cementerio" en el Bosque de Cambalache se trataron ocho espeques de cada una de las especies. Al cabo de 53 meses sólo 27 de los 256 usados originalmente estaban servibles aún y 16 de éstos primeros estaban infestados con termes. Sobresalen tres especies: millo (*Phyllanthus nobilis* Muell) que tenía 5 espeques servibles, dos de los cuales estaban invadidos por termes; péndula (*Citharexylum fruticosum* L.) que tenía tres espeques servibles, uno de ellos atacado por termes y caimito de perro (*Chrysophyllum pauciflorum* Lam.) que tenía cuatro espeques servibles, todos sanos.

*Se Prueba la Difusión por
Extremidad de Dos Especies*

El proceso de preservación por difusión por las extremidades es uno de los métodos más simples de tratamiento de espeques. Los espeques recién cortados, sin descortezar, se colocan en posición vertical en un baño con un poco de solución del preservativo el cual se difunde hacia arriba por el espeque. El año pasado se ensayó este método con eucalipto (*E. robusta* Smith) y guaba (*Inga*

vera Willd). Se usó una solución acuosa al 25 por ciento de cloruro de zinc cromatado y cobrizado. Para absorber 0,06 Kg. por metro cúbico se necesitaba un tratamiento de 17 a 21 días. Antes de tratarlos los espeques se secaban por un período de tres meses. Las pruebas con tinte que fueron efectuadas después del tratamiento con preservativo indican que sólo hubo absorción por la albura exterior. Si ésto es así el tratamiento resultaría poco eficaz ya que la albura central (no hay duramen) es también altamente susceptible a la podredumbre. Los postes se introdujeron en tierra para determinar su durabilidad. Se harán estudios posteriores con las maderas porosas.

Se Determinó el Factor Carbón - Leña

Por espacio de varios años la Estación ha tratado de obtener datos confiables sobre el rendimiento en carbón por volumen de la madera usada para su manufactura. Tales datos facilitarían las ventas de leña porque sólo habría que medir el horno de carbón, en vez de contar los sacos producidos. Durante el año pasado el Servicio Forestal Insular recogió datos de 100 hornos de carbón en el Bosque de Carite. Estos datos indican que contrario a la opinión corriente es insignificante la diferencia en rendimiento entre los sitios usados por primera vez y los sitios donde ya se había quemado leña para hacer carbón. El rendimiento promedio usando hornos de carbón enterrados y de forma rectangular fué de 23 sacos de 18 Kg. mientras que para hornos paraboloideos más comunes era de 27 sacos. En el caso de hornos rectangulares el número de sacos a obtener puede calcularse aproximadamente multiplicando el largo por el ancho, por la altura (todo en pies) del horno y dividiendo el producto por seis. Para el caso de hornos paraboloideos al poner en una curva los datos, se obtuvo la relación que aparece en la tabla número 15.

Estos datos obtenidos de material mixto del tipo tabonuco puede que sean sólo de aplicación local. Se están haciendo las mismas pruebas en el Bosque de Carite.

Tabla 15.—Rendimiento de carbón de los hornos paraboloideos

Circunferencia del horno	Volumen obtenido según las diferentes alturas del horno			
	3 pies	4 pies	5 pies	6 pies
	Sacos		Sacos	Sacos
15	5		16	
20	9	12	24	29
25	15	19	35	42
35	21	28	48	57
30		38	62	74
40			79	94
45				116
50				

Se Estudia el Efecto de la Época de Corta Sobre la Durabilidad de los Espeques

Hace dos años se informó que en el cursillo de entrenamiento forestal dado al personal de campo del Servicio de Extensión Agrícola y del Servicio de Conservación de Suelos se mostraba considerable interés sobre el asunto del efecto (si era que lo había) de la época de corta sobre la durabilidad de los espeques. Ellos se han confrontado con esta pregunta en sus relaciones con los agricultores quienes sustentan varias teorías. En contestación a su requerimiento se comenzó el año pasado un estudio de esta naturaleza.

Es creencia corriente entre la gente del campo que los espeques que se cortan en cierta época duran más que los cortados en otras. Su explicación a esa circunstancia se centraliza a menudo en las fases de la luna, la marea, los días de la semana o la época del año. Parece que no existe evidencia científica que substancie ninguna de esas teorías, sin embargo, con ligeras variaciones locales han sido aceptadas y vigorosamente defendidas en toda la zona tropical por pueblos que históricamente no han venido en contacto por siglos. Un experimento local para poner a prueba estas teorías tendría por lo menos valor demostrativo, sino tiene valor científico.

Se abordaron algunos de los agricultores más viejos quienes tenían larga experiencia y una creencia arraigada a este respecto. Se tomaron en cuenta todas las teorías para

delinear un experimento que incluía los siguientes tratamientos:

1. Dos sitios: planicie costanera y montañas centrales.
2. Cuatro especies: dos no duraderas y dos duraderas.
3. Dos fases de la luna: creciente y menguante.
4. Diez épocas de corta
 - a. Primavera, verano, otoño e invierno
 - b. Marea alta y baja
 - c. Tiempo claro y nublado
 - d. Cuando el crecimiento del árbol está dinámico y estático

El experimento incluía 1.800 espeques y fué llevado a cabo en los Bosques de Toro Negro y Cambalache. Los últimos espeques fueron clavados en tierra en el mes de diciembre de manera que todavía no son evidentes los resultados.

Se Usa el Eucalipto para Zocos

El eucalipto (*E. robusta* Smith) está ahora disponible en algunas de las plantaciones públicas hasta diámetros de 38 cm. Aún no se ha desarrollado un mercado satisfactorio para este material de manera que la Estación hizo los arreglos para probar esta especie en un proyecto de viviendas cerca de San Juan, como zocos (pilotes) de casas. Los pilotes aguantaron bien el peso y como se usan bajo tierra puede que sean tan duraderos como los de pino importado. Como resultado de esta prueba algunos contratistas han formulado preguntas sobre esta especie.

✓ Acclimatization of Species *

C. M. SMITH

The present day forester's task is to find out which of his acclimatised species will truly domesticate with safety in view of the enlarged horizons of both natural science and economics; and to review in the same light his indigeous forests to discover whether any of their constituents are domesticable. There is now sufficient systematized knowledge of the domesticable forest species of the Old World—knowledge which was lacking a century ago—to reduce the lengthy trial-and-error methods which were then necessary, if that knowledge is interpreted and applied correctly. The following is a short review of some usually-accepted desiderata both biological and economic, which must be exhibited by a forest species before it can be deemed domesticable even to the limited extent required by silviculture (for silviculture is less exacting in its demands and less lavishly provided with funds for costly cultural measures than either horticulture or agriculture):

1. The species must be frugal in its soil demands. Only very occasionally can a food-hungry world allow forests to be grown on soils that will produce crops or pasture in permanence.
2. The species must be social in its habit of life. This characteristic must be interpreted both from a short-focussed view and from a panoramic view, i.e., the species must be capable of growing as a major constituent of local plant associations, and must also have a wide geographical range. It is possible that the cultural requirements known as plasticity in a species is another way of expressing this requirement.
3. It must either be capable of ready vegetative propagation, or must bear seed abundantly at reasonably short intervals.

4. If it is wholly dependent on regeneration from seed, the seed should for preference be light, easily and abundantly disseminated, and capable of economic collection and storage.
5. It should be amenable to nursery culture and transplanting in youth.
6. Although the author has never seen it stated categorically as a principle he knows of no case where a dioecious species is a staple silvicultural species, unless it is readily propagated vegetatively.

For fear of misinterpretation, it must be clearly stated that these principles are largely empirical and are based on experience and economic exigencies rather than on restrictions imposed by natural science and proved by controlled experiment. They are, the author stresses again, requirements that must be met after it is known that the more intangible and unpredictable requirements that have permitted acclimatization are fulfilled. They are, moreover, within limits subject as usual to the forester's well-known and helpful Law of Compensating Factors. Finally some few well known trees of the world's silviculture are remarkable exceptions to one or other of these rules. These rare exceptions may possibly be interpreted under the aforesaid law of compensating factors but it is probably more honest to admit them to be what they are, exceptional cases with possible conjectural explanations in the evolutionary history of the species. Outstanding examples of these exceptions are to be found amongst the conifers of the North-West Pacific Coast of U.S.A., e.g., *Pinus radiata*, *Cupressus macrocarpa*, *Cupressus lawsoniana* and others. Similarly there are at least reasons to be sanguine about some of the dioecious *Araucarias* because they respond so readily to nursery culture and

* Paragraphs taken from: New Zealand Journal of Forestry, Vol. V, No. 5 1948. pp. 379-381.

transplanting in Queensland.

Looked at from another viewpoint, after the proof of successful acclimatisation has been secured—and this is a very long and arduous matter—these requirements may be regarded as the next immediate obstacles that a forester has to face before he is justified in attempting to formulate a silvicultural regime and to work out a silvicultural system for any species, exotic or indigenous. He has, if the arguments adduced above are valid, the following courses open to him at the present stage of our forestry knowledge:

1. To prove acclimatisation possibilities in any exotic species and to proceed no further. It is just possible, for example, that it may be economically sound to grow successive forest crops of poor quality by continuous re-importations of seed for each crop or by vegetative propagation.
2. To prove acclimatisation potentialities and then to aim at the further stage of domesticating the species locally until the goal is reached of establishing forests of exotic species which are so attuned to the environment that only the botanical historian can assert with confidence that they are not composed of indigenous trees.
3. To accept his indigenously-occurring species as already acclimatised and to concentrate his efforts on determining which of them can be continuously re-

plenished after use, i.e., whether or not they are amenable to domestication. The first step in this process is systematic and widespread observation to determine which, if any, of the forest formations and which of the component species within those formations exhibit symptoms of the listed characteristics common to species successfully domesticated elsewhere.

It is coming to be accepted as an ecological maxim that extensive study (what the management specialist terms primary survey) must always precede intensive local studies: and that intensive local work is often unjustified and is inapplicable for lack of the preliminary panoramic survey of the field. The South Pacific area is worthy of such a primary survey on a grand scale, and only by such survey (followed by careful testing of species) can an indigenous silviculture be achieved. Similarly, it is only by such a study that a forester can determine which, if any, of his forest species are worthy of silvicultural trials elsewhere. Without it, there can be no silvicultural merit in Northern Hemisphere trial of Southern Pacific species. The indiscriminate efforts of many northern silvicultural research stations to make acclimatisation trials with every tree species listed in a flora is surely a scientific archaism, even though every precaution be taken to secure climatic similarity between the district of trial and the district of seed provenance.

(La traducción al español de este artículo aparecerá en el próximo número)



UNITED STATES

ATLANTIC OCEAN

MEXICO

GULF OF MEXICO

PACIFIC OCEAN

CARIBBEAN SEA

GUATEMALA
SALVADOR

COSTA RICA

PANAMA

COLOMBIA

VENEZUELA

BR.
GUIANA

TRINIDAD

BRITISH
HONDURAS

HONDURAS

NICARAGUA

CUBA

JAMAICA

HAITI

DOMINICAN
REPUBLIC

PUERTO
RICO

BAHAMA
ISLANDS

GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA

22
23
The

Caribbean Forester



LIBRARY
CURRENT SERIAL RECORD
AUG 29 1952
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done towards this end through out the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dédiée a encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraïbe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte volontiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactylographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être adressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsabilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Aclimatación de especies.....	47
<i>(Traducción del último artículo del número anterior)</i>	
Forest management in the Luquillo Mountains, II.....	49
<i>Farnk H. Wadsworth, Puerto Rico</i>	
Ordenación forestal en las Montañas de Luquillo, II.....	62
<i>(Traducción del artículo anterior)</i>	
Trial planting of large leaf mahogany (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	75
<i>Félix O. Chinte, Philippine Islands</i>	
Siembra de prueba de la caoba hondureña (<i>Swietenia macro-</i> <i>phylla</i> King) en Filipinas	85
<i>(Traducción del artículo anterior)</i>	

(Traducción del último artículo del número anterior)

Aclimatación de Especies *

La tarea del forestal contemporáneo es determinar cual de las especies aclimatadas se domesticará verdaderamente y con seguridad, en vista de los amplios horizontes tanto de las ciencias naturales como de la economía; también, a la luz de esos principios repasar sus bosques nativos para descubrir si alguno de sus constituyentes puede ser domesticado (si puede producir, con o sin ayuda e interferencia humanas, generaciones continuas y crecientes, que pueden ser utilizadas económicamente por el hombre). Hay en la actualidad un caudal suficiente de conocimientos de las especies forestales del Viejo Mundo que pueden ser domesticadas—conocimiento que no había el siglo pasado—para abreviar considerablemente los prolongados métodos de prueba y error que eran necesarios entonces, si es que estos conocimientos son interpretados y aplicados correctamente. A continuación se ofrece un corto resumen del desiderátum biológico y económico generalmente aceptado que debe reunir una especie forestal para poder ser considerada como domesticable en la limitada amplitud que requiere la selvicultura (que es menos exigente y recibe menos aportación de fondos que la horticultura o la agricultura):

1. La especie debe ser parca en sus necesidades edáficas. Sólo en muy contadas ocasiones puede un pueblo ávido de alimento dedicar al cultivo forestal suelos que pueden producirle con carácter permanente cosechas alimenticias o pasto para ganado.
2. La especie debe tener sociabilidad. Esta característica debe interpretarse tanto desde el ángulo cercano como el panorámico; es decir, la especie debe ser capaz de crecer como constituyente primordial de asociaciones locales y tener a la vez una amplia distribución geográfica. Es posible, que el requisito cultu-

ral denominado “plasticidad” sea otra forma de expresar este requisito.

3. Debe ser capaz de propagarse vegetativamente con presteza o en su defecto producir semilla en abundancia en intervalos relativamente cortos.
4. Si para su regeneración depende exclusivamente de su semilla ésta debe ser liviana y de fácil y abundante diseminación y que pueda ser recogida y almacenada económicamente.
5. Su propagación y trasplante en el vivero debe ser factible.
6. Aunque nunca ha sido expresado categóricamente como un principio, el autor no conoce ningún caso en que una especie dioica sea una reconocida especie silvicultural, a menos que no se propague vegetativamente con facilidad.

Para evitar confusiones debe expresarse claramente que estos principios son en su mayoría empíricos, basados en la experiencia y en exigencias económicas y no en las restricciones impuestas por la ciencia natural y demostradas por experimentación controlada. Debe dársele énfasis otra vez al hecho de que las especies deben satisfacer estos requisitos después de cumplir los otros requisitos intangibles y que no pueden predecirse, que han hecho posible la aclimatación. En ciertos límites caen además bajo la bien conocida y útil Ley de Factores Compensados. Algunos árboles conocidos en la selvicultura mundial constituyen excepciones notables a una u otra de estas reglas. Estas raras excepciones posiblemente pueden ser interpretadas bajo la anteriormente mencionada ley de factores compensados pero probablemente es más justo admitirlos como lo que son, casos excepcionales explicándolos con posibles conjeturas en el historial evolutivo de la especie. Entre los ejemplos más notables de esas excepciones están las especies pertenecientes a los coníferos de la Costa Noroeste

* Párrafos tomados del New Zealand Journal of Forestry, Vol. 5, Núm. 5, 1948. pp. 379-381.

del Pacífico de EE.UU. como: *Pinus radiata*, *Cupressus macrocarpa*, *C. lawsoniana* y otros. Similarmente hay razones para tener confianza en algunas de las *Araucarias* dioicas porque en Queensland responden prontamente a las prácticas de vivero y al trasplante.

Visto desde otro ángulo, después de tener prueba de la aclimatación satisfactoria—que es un proceso muy largo y laborioso—estos requisitos pueden considerarse como los próximos obstáculos que ha de confrontarse el forestal antes de poder justificar la formulación de un régimen selvicultural o elaboración de un sistema selvicultural para cualquier especie, exótica o indígena. Si son válidos los argumentos que se adujeron anteriormente él tiene ante sí las siguientes alternativas de acuerdo con el estado actual de nuestros conocimientos forestales:

1. Probar las posibilidades de aclimatación en el caso de especies exóticas y no ir más adelante. Por ejemplo, es posible que sea más sabio económicamente lograr cosechas sucesivas de calidad pobre por importación continua de semilla para cada cosecha o mediante propagación vegetativa.
2. Probar las aptitudes de aclimatación y luego proseguir hacia el siguiente paso de domesticar la especie localmente hasta lograr el objetivo de establecimiento de bosques de especies exóticas que estén tan a tono con el ambiente que sólo el historiador botánico pueda asegurar con seguridad que no se trata de árboles indígenas.
3. Aceptar las especies indígenas como ya aclimatadas y concentrar sus esfuerzos

en determinar cuales de ellas pueden reponerse continuamente según se van usando; es decir, si puede lograrse su domesticación. El primer paso en este proceso es la observación sistemática y amplia para determinar que formación forestal, y cuales de sus componentes exhiben las peculiaridades enumeradas como comunes a las especies que se han domesticado con éxito en otros sitios.

Está por aceptarse como máxima ecológica que el estudio extensivo (lo que el especialista en ordenación forestal denomina determinación primaria) debe preceder a los estudios locales intensivos: que el trabajo local intensivo a menudo no está justificado y es inaplicable debido a falta de estudio preliminar, global y panorámico del campo. La zona del sur del Pacífico merece tal determinación primaria en gran escala y sólo mediante esa determinación (seguida por pruebas cuidadosas de las especies) puede lograrse una satisfactoria selvicultura nativa. Similarmente, es sólo mediante un estudio parecido que el forestal puede determinar qué especie, si hay alguna, merece ser probada selviculturalmente en otros lugares. Sin ese estudio no habrá ningún mérito selvicultural en tratar las especies del Pacífico Sur en el Hemisferio Norte. Los esfuerzos sin discrimen que realizan muchas estaciones de investigación selvicultural del norte para hacer pruebas de aclimatación con todas las especies forestales enumeradas en una flora es con seguridad un arcaísmo científico, aún cuando se tomen todas las precauciones por asegurar una semejanza climática entre la zona donde se efectúa la prueba y la zona de donde proviene la semilla.

Forest Management in the Luquillo Mountains

II. PLANNING FOR MULTIPLE LAND USE

FRANK H. WADSWORTH

Tropical Forest Experiment Station Puerto Rico

The forest land resources of the Luquillo Mountains of eastern Puerto Rico and their physical, social, and economic environment were described in a previous article (Carib. For. 12(3):93-114). The resources of this area are various and nearly all of them have been developed or exploited to some extent in the past. Some of them are not exhaustible and are today as available as they were at the time of the discovery of the island. Other exhaustible resources are less abundant than originally, but none have disappeared completely. The climate is cool, and the scenery is as spectacular as in any other part of the island. There are abundant water supplies, a considerable area of farm land, several unexploited dam sites, virgin rain forest, nearly 10,000 acres of accessible young growing timber stands, interesting wildlife, and a number of mineral deposits of possible value. This area is surrounded by a dense population in dire need of all of these resources and the employment related to their exploitation. Most of the land is in public ownership as a part of the Caribbean National Forest. Wise use of the resources of the Luquillo Mountains, which requires (1) prolongation of the period of use through conservation and (2) the assurance that the community as a whole is the greatest beneficiary can result only from careful planning. Past use of the area has been largely unplanned, and continuation of this policy in a country as densely populated as Puerto Rico can only lead to greater dependence upon outside assistance. Broad policies are needed to establish the limits of conflicting uses at a point which will assure each use its proper present and future share of the resources.

The need for planned development of the Luquillo Mountains is immediate. The pressure on the land is increasing, and progress in conservation has been slow. The values of all resources and the benefits

of their coordinated use on a permanent basis must be recognized before they are destroyed.

The chief market for the resources of the resources of the Luquillo Mountains has always been the island of Puerto Rico itself, and it should logically continue to be so. Until local needs are supplied, it would seem premature to give serious consideration to exportation. Although certain products from the Luquillo Mountains, such as minerals and certain world-market furniture woods, may find their ultimate consumers outside of Puerto Rico, development should still be planned primarily to benefit Puerto Rico itself. Locally beneficial industries may develop around the fabrication of producer or consumer goods from these raw materials even if these are subsequently exported.

Land use and development plans to provide for maximum contribution from this area, to be realistic, must take into consideration the effects that adjustments in use may have upon existing communities, industries, and employment. Also, the development of this area must be related to that of the rest of the island. It must be recognized, for instance, that while other upland areas of the island may be less scenic they also are less rainy and may prove superior for recreational use. Also, with improvements in land use, good sites elsewhere in the island will probably eventually also be dedicated competitively to forest production. Developments in coffee production appear to be leading toward concentration on the best areas, and abandonment of the poorest (some of which are forest soils superior to those of the Luquillo Mountains) largely to forest.

Dedication of each acre in the Luquillo Mountains to all possible uses probably would not lead to maximum yield. Some uses do not interfere with others, some are

even complementary, but others are conflicting. The dominant, coordinate, or subordinate role of each use must be recognized. Nor would it be wise to attempt to assign to each use an area, the size of which was in relation to its relative importance and need. Many of the values are intangible and do not lend themselves to easy appraisal. Some area should be provided for each important present or prospective land use, assuring first those most restrictive, or most sensitive to interference from other uses. After due consideration has been given to the foreseen needs of more restrictive uses the best remaining areas should be assigned to each of the other uses.

A plan for the development and use of land and natural resources is by nature a document of temporary value, but it should provide for protection of environmental conditions necessary for desirable uses which may be unimportant at present but for which demand can be expected to increase. It must make provision for research to enhance resource values by making possible more use with less conflict. It must be essentially flexible to meet the changing demands and the greater intensity of use which may be expected in the future.

The most restrictive desirable use of the Luquillo Mountains is research in the virgin forest. Other uses, in approximate order, are wildlife production, water production, recreation, farming, mining, and wind power development. The least restrictive use is timber production. The nature and requirements of these uses, their tolerance of other uses, and the selection of specific areas where each should dominate are described here.

Research in the Virgin Forest

Climax vegetation, a stable expression of the environment, is a source of information regarding the adaptability of tree species and the direction of succession in secondary forests which is of great value as a guide to forest management. The climax stand is not an ideal for management but serves as a point of reference therefor, since prac-

tices which tend to produce forest similar to the climax may be more successful than those which do not, and the degree to which managed stands differ from the climax reflects the degree of attention which will be needed to maintain artificially those stands.

Study of virgin forest in the Luquillo Mountains requires a considerable area, since the stands are heterogeneous. Virgin forest is rare in Puerto Rico, the total area estimated at only 0.4 percent of the land surface of the island. No very large contiguous blocks remain, and the largest are in the Luquillo Mountains.

A detailed examination of the forest of the mountains and a study of the history of the area show virgin climax forest to be difficult to identify. Past cutting in the interior of the forest was generally very selective, removing a few large trees of only one or two species. In some areas this meant no more than one tree per acre. The tabonuco type (lower montane rain forest of Beard (1) and tropical moist forest of Holdridge (3)) has been culled throughout the Luquillo Mountains, except for a few small areas. Only one stand is sufficiently large to provide a good example of virgin conditions for ecological study. It is located near the center of the mountain area and includes lower slopes and ridges. It is near the upper edge of the type and may not typify conditions at lower elevations, but it is the only extensive unmodified area available.

There are extensive areas of what appears to be climax colorado type (montane thicket of Beard (1) or subtropical rain forest of Holdridge (2), palm forest and dwarf forest in the upper reaches of many valleys. The area immediately to the south of the climax tabonuco type forest appears typical and, being adjacent to the tabonuco type climax forest area, makes possible the preservation of climax stands of all four types in one contiguous tract. All topographic sites of importance, including both leeward and windward slopes and a narrow level valley, are also found here, and the land is already all in public ownership. This area which is

most satisfactory for the study of virgin forest contains about 2110 acres including an estimated 1,190 acres of tabonuco type, 230 acres of colorado type, 350 acres of palm type, and 340 acres of dwarf type (See Fig. 1).

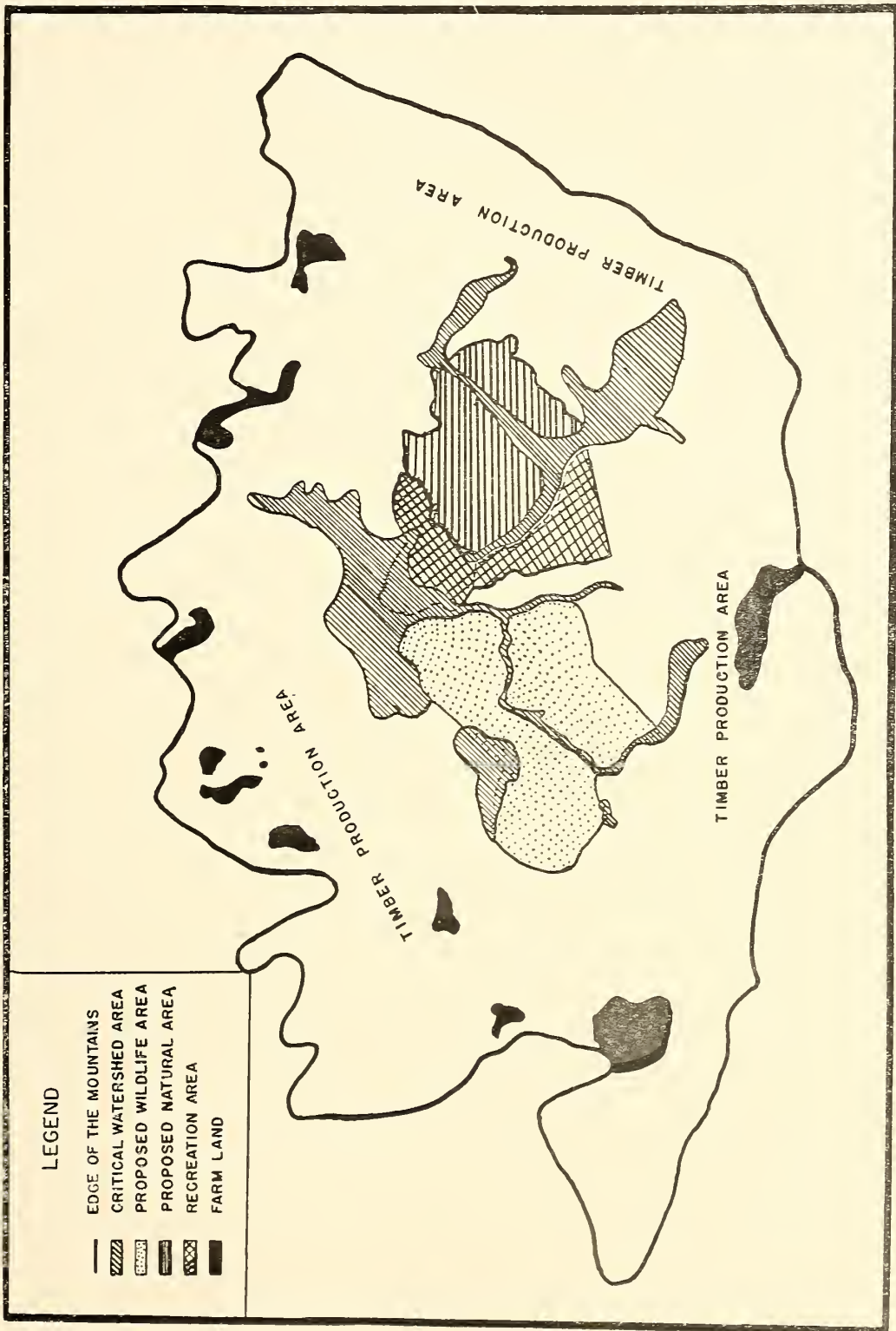


FIG. 1—LAND USE DIAGRAM OF LUQUILLO MOUNTAINS

Study of virgin forest requires that the area be kept inviolable. All human use which might modify the environment or the vegetation must be excluded. So restrictive a policy might easily produce important conflicts with other possible uses of this area, but such is not the case here, at least at present. The area is important for flood and erosion control, as it includes the headwaters of rivers which provide the drinking water for communities of more than 10,000 people, but reservation for ecological study would not interfere with watershed protection. The area also incidentally could continue to provide a secure and natural refuge for the nearly extinct Puerto Rican parrot. Reservation would lock up an estimated 2,000,000 cubic feet of timber, of which probably more than 1,000,000 board feet are of furniture woods. However, this timber is inaccessible at present and its exploitation would require construction of about three miles of surfaced mountain road, the justification for which is questionable. The tract contains no potential farm land, range land, or game. It is no more scenic than other more accessible areas suited for recreation use. Reservation would not conflict with future extractions of alluvial mineral deposits, and no other types of deposits are known in the area.

The proposed reserve is at present accessible only by two foot trails, each of nearly a mile in length. Its accessibility need not be increased for any studies which might be undertaken in the near future. This inaccessibility is in itself a deterrent to disturbance by the public. The area described should be so reserved as to prevent any change in management or use policy which even for only a few years might forever destroy the value of this unique area for ecological studies of the type now possible.

Investigation of the climax forest in this area has already begun with the establishment of a permanent growth plot in the tabonuco type. Studies of the effect of different microenvironments upon the forest should be undertaken soon, including shade, soil drainage, soil aeration, and organic mat-

ter. These studies, prerequisite to progress in silviculture, should be concentrated first on the tabonuco type, which is most productive.

Wildlife Production

The maintenance of a satisfactory population of most of the beneficial birds of the mountains is apparently possible without conflict with other land uses, but the desirability of perpetuating the Puerto Rican parrot, appears to warrant the locking up (temporarily at least) of a large area of land. The parrots, once common throughout the island, are an important attraction because of their beauty. A special effort is justified to assure favorable habitat. Little is known of the habitat requirements of this species, but reports indicate that the parrots are not specific as to diet, eating almost all fruits in season. The reduction in their numbers is at least partly due to direct interference by man.

The reservation of all areas frequented by these birds is not justified, since they may fly to many different parts of the mountains, to cutover as well as climax forest, and even to areas which are populated. They apparently feel safe in flocks and range long distances in search of food. They also migrate from one part of the mountains to another during different seasons, undoubtedly a result of variations in food sources. Daily migration is a habit typical of parrots, which do most of their eating during certain hours and congregate in a safe retreat for the night. A large unmolested area for nesting and roosting appears to be vital to their survival.

In the absence of detailed knowledge of the habits of this species the best course is to perpetuate its present chosen environment. When more is known it may prove practical to improve this environment silviculturally by favoring food plants and nesting trees. Observations made in 1947 by the Insular Fisheries and Wildlife Service indicate that parrots and crows frequent the upper Espiritu Santo valley, in the western part of the forest. An area of 3,210

acres in this region appears to be satisfactory as a sanctuary for these species (See Fig. 1).

The reservation of this area would not conflict materially with other uses at present. The land is all in public ownership. The watersheds concerned, some of which are very steep, would remain protected. The scenic resource is not sufficient to make desirable any immediate recreational development. No potential farm land is included. Mining activity is probably not imminent. The forest is poor, most of it open and scrubby and of no commercial value. Moreover, except for a very small area in the Río Grande Valley, it is all economically inaccessible for timber extraction.

For the present at least, such a refuge should be kept natural. No cutting or other use should be permitted, the general public should be kept out, and existing trails into the area should be abandoned. The major activity in this area should be investigation, aimed at the discovery of the most important environmental factors, both favorable and adverse, which influence the survival of the birds. Timber cutting may prove to be in the interests of the birds if certain plants are favored. Nesting boxes might even be justified. Study of the life history and the nesting and feeding habits of the birds is needed. Their actual requirements may call for far less consideration than the locking up of this large area. If research shows this to be true the area should be opened for other uses. If not it should be declared a permanent refuge.

Water Production

Water is as important as other resources throughout the entire Luquillo Mountain area and is the most important resource on the steepest slopes, ridges, and peaks. Water from all of the streams and rivers of the mountains is used for domestic purposes. The Cubuy, Sabana, Hicaco, and Prieto rivers are used for power generation. Most of the other rivers are potentially important for that use. Water use is increasing with population. Except for ecological

study of virgin forest and wildlife production (in accordance with the policies just outlined) all uses tend to reduce the quality of water yield and must be limited accordingly.

Water production is concerned with quality as much as with quantity. The utility of water for domestic purposes and the generation of hydroelectric power is dependent upon uniformity of flow and freedom from sediment. Fluctuations in flow necessitate storage facilities for dry-season use. Sediment-laden rivers soon fill reservoirs and destroy their value.

The uniformity of flow and freedom from sediment in streams and rivers can be controlled to some degree by vegetation. Forest is generally the most satisfactory vegetation for this purpose, particularly in regions such as this mountain range, where steep slopes are subject to intense rainfall. Forest reduces the force of raindrops, holds the soil to a considerable depth, and maintains a porous surface layer which is optimum for water absorption. Most of the water which actually enters the soil later appears downstream in clear springs which flow continuously. Even during heavy showers some rivers in the forested areas of the Luquillo Mountains tend to run only slightly clouded, transporting chiefly colloidal material rather than sediment.

The need for forest cover for watershed protection is greatest in the central part of the range, where slopes which mostly exceed 60 percent, ridges, and peaks are covered with shallow soil and are subject to torrential rains. These most critical areas include about 2,600 acres. Any disturbance of the vegetation in such places is hazardous, and no timber cutting or other use which disturbs the soil should be permitted.

The need for watershed protection should influence all other land uses throughout the mountains. It should limit recreation development, as to location, road construction, and land clearing. It should restrict farming to the more gradual slopes, and necessitates special soil protection measures even there. Although timber cutting may be permissible on all but the most critical areas,

it must be selective, preserving continuously a tree canopy for protection of the soil from the action of heavy rains. Trails and roads for timber extraction must be so constructed as to avoid the concentration of runoff water. Selective cutting may actually prove beneficial to water and erosion control in maintaining the stand sufficiently open to encourage a well-developed herbaceous layer which can retard surface runoff and bind the surface soil. Of the 2,600 acres of critical areas (See Fig. 1) about 380 acres lie within the reserves already proposed for ecological study and wildlife production.

The boundaries of critical watershed areas and the recommendations for their protection are based upon an incompleting knowledge of the factors involved. Local studies should be begun soon to determine the relationship between different forest densities and water behavior. Of special importance are studies of the effects of hurricanes upon different types of forest. The results of such studies should make possible forest management assuring optimum water yields, both in quantity and quality.

Recreation

The need for planned recreation is increasing with the rise in standard of living, the shortening of the work hours, and the rapidly growing urban population. The outdoors is a desirable local for recreation as it provides an opportunity for physical exercise and a change from normal living routine. Some of the finest types of outdoor recreation available in Puerto Rico are in a natural forest environment. Areas of natural environment suited for forest recreation in Puerto Rico are few, however, and are almost confined to the public forests. Many of these areas are also of limited adaptability for this purpose because of steepness or remoteness.

The Luquillo Mountains have many advantages for forest recreation. They form an imposing range, rising abruptly from the coastal lowlands. There are gorges, waterfalls, sheer cliffs, and peaks with excellent views. They contain the largest block of

undisturbed dense rain forest on the island, containing giant buttressed trees, palms, tree ferns, a variety of flowers, epiphytes, abundant moss and vines, and the colorful parrots. The climate at the higher elevations is eight to twelve degrees cooler than on the coast. The center of the area is only about 30 miles by paved road from San Juan, the largest metropolitan area of the island. Luquillo Beach, an important coastal recreation area, is only about 10 miles distant.

Recreation use must not endanger other values or the future of recreation use itself. Those recreation activities which can be enjoyed only in a forest environment are by their specific nature usually the highest forms of recreational use in the limited areas suited for them. Types of recreation which can satisfactorily serve a large population on a limited area without interference are to be preferred. Excessive dispersal of recreationists in the forest is not generally a problem in Puerto Rico because of the difficulty of travel through the forest. The more desirable forms of forest recreation include nature study, photography, hiking, picnicking, horseback riding, driving, and general summer vacationing in the mountain forest to escape the heat.

Forest recreation has only recently been available to many city people in Puerto Rico. In 1929 an estimated 1,400 persons visited the then relatively inaccessible Luquillo forest. Now, however, as many as 60,000 recreation visits are made annually to the Luquillo Mountains. Most of the visitors are from urban environments. Often busloads of underprivileged children appear. The background of most of the people has not prepared them to appreciate the potentialities of the forest as a place to recreate. It is natural, therefore, that they wish to do the same things in the forest that they do at home. They frequently look for forms of amusement such as dancing and baseball which in no way utilize the forest resource. An increase in interest in the forest environment itself is to be expected, but the change will be so gradual that present development must first satisfy present demands, without

impairment, however, to the value of the forest for any higher types of use which might become increasingly popular in the future.

Overdevelopment is a real danger. The urban population of the island is nearly a million, and the forested area of the mountains is only about 28,000 acres. Once an area is improperly developed and opened to the public it is difficult to close, and even if closed may return only very slowly to its former condition.

The existing facilities of the La Mina Recreation Area of the Caribbean National Forest, containing 652 acres and lying south and east of El Yunque satisfy many recreation requirements in a concentrated area. The location appears to be as good for a concentrated service area as can be found in the mountains. Now that the access road has been built, the continued development of this area is as cheap as the opening of any new location. Since it is in the interior of the public forest, there is no danger of unsightly billboards and stores being constructed on its boundaries. The Recreation Area should therefore continue as the center of recreation development.

The most restrictive type of forest recreation, and that most likely to be damaged by overdevelopment of other types of use, is the most primitive: camping. Camping calls for relatively wild areas large enough for one to get away from "civilization" and thus from other recreationists. Nothing less than 2,000 acres would seem to suffice for this purpose. The forest need not be climax, but should be natural in appearance, and safe water is required. There are very few people in Puerto Rico at present who wish to camp out. The largest group is the Boy Scouts.

Few satisfactory areas for camping are available in the mountains. For the present the proposed wildlife refuge area should be excluded, although when more is known about the demands of the wildlife it may prove possible to use this area, or parts of it for camping without conflict. The best area appears to be the upper Hicaco Valley,

where water is good and numerous isolated camp sites could be made. If the demand increases, permanent camp sites should be located to avoid promiscuous use of the area. Sanitary facilities might prove desirable or necessary later. The resource will never serve many campers, and this use may have to be replaced with others which better satisfy the public demand.

Permanent camps for semi-public organizations serve a larger number of people per unit of area, and for this reason they serve the needs of the island better than individual camping. The Luquillo Mountains, except possibly the west slopes, are not considered as satisfactory for such camps as other parts of the island, however, because of the rainy climate, which may become increasingly unpleasant with length of stay.

Hiking and horseback riding require graded trails to points of interest not accessible by other forms of transportation. Both short and long trails are desirable, and numerous rain shelters are necessary. Some hiking and horseback riding could be provided for within the present La Mina Recreation Area. Foot trails to the peaks and along the Río La Mina now seem adequate for present demand. The jeep trail to El Yunque might be used for horseback travel, but it should not be opened to automobiles. This policy would leave Mount Britton and El Yunque accessible only by horseback or by foot and the Pinnacles accessible only by foot. Former trails eastward to West Peak and westward to El Toro should be abandoned, as these areas are devoted to uses with which the presence of riders or hikers would conflict.

Picnicking has become very popular in Puerto Rico. It should probably be the dominant recreational use of the Luquillo Mountains because it serves a large population per unit of area and requires only simple developments. It is generally most practical near automobile roads where the necessary food and equipment can easily be carried to the site. Picnic tables require shelter for protection from the sun and rain. They should preferably be out of sight of

the road and of other picnic shelters. They should be located near some point of interest, such as a view, and they should be provided with good water and sanitary facilities. Present picnicking facilities are inadequate. New picnic areas are needed along the Mameyes-Río Blanco highway outside of the present Recreation Area where the requirements for this use are met.

Present recreation roads appear to be adequate, in that they permit the motorist to see the interior of the forest and some of the views at high elevation. From them he can camp, hike, picnic, or use the restaurant, cabins, and swimming facilities. Two tracts along the Mameyes-Río Blanco highway should be retired from farming and reforested to protect scenic values. Roadside strips of 100 to 200 feet width should be kept timbered at all times. Light selective cutting and the removal of unsightly trees are desirable practices within such strips.

The visitor who wishes to remain a few days should be enabled to rent a well-built cabin. These cabins could be located at any of several points within the forest, but for purposes of administrative control they should be concentrated in a few areas, each house just out of sight of its neighbors and offering privacy. Cabins may be located in inconspicuous places wherever they do not interfere with present or potential picnic areas. Picnicking, in serving a larger sector of the population, is to be favored. Concrete construction is required because of rapid decay.

Students of development for recreation and tourism in the island have at various times recommended the construction of a resort hotel on the north slope of the mountains about midway between La Mina and Luquillo Beach. An appropriate location, easily accessible, cool, and with a magnificent view, is east of the La Catalina nursery. This development should be welcomed if and when some agency or individual becomes interested. The hotel area probably need not exceed five acres, but this development might call for bridle paths to Luquillo Beach and to La Mina.

Provision for other amusements at La Mina is limited somewhat by the topography. The clearing and leveling of a baseball field, for example, would be very costly and probably would cause much erosion. The climate is too rainy for tennis. The two swimming pools already constructed are adequate for the present. The restaurant provides meals, and dancing.

Private summer-home development appears generally undesirable because of its restrictive character. This use requires the locking up of a part of the extremely small area in Puerto Rico available for forest recreation for the use of one family or group. Present private summer homes are used chiefly for week ends, the climate being disagreeable for long stays. Summer residence facilities would be available to a larger number of people if they were rented as a part of resorts.

Hunting has not been mentioned. The scaled pigeons of the mountains are considered a good game bird, but their numbers are so limited at present that they must be protected for many years before hunting becomes desirable. Fishing likewise must await the stocking of the rivers with suitable species. Present efforts with large mouthed black bass may prove a success in this area.

These recommendations call for the continued reservation of the La Mina Recreational Area and the use of suitable sites along the Mameyes-Río Blanco highway for picnic areas and a restaurant. The opening of additional lots for private cabins appears undesirable at this time. Eventually the wildlife area may also become available and be needed for recreation, possibly as a location for trails. The upper Hicaco Valley is suggested as an area for campers at present. This area is potentially a center of recreation which might become more important than La Mina. The proposed damming of the Río Hicaco to increase storage of water for the Río Blanco hydroelectric plant promises to produce a lake of about 170 acres in area and about one mile long (2). If provision can be made to prevent exces-

sive fluctuation of the water level, at least during the warmer months, this area might become a very attractive site for cabins. About 900 acres are available here, making the total recreation area 1,550 acres (See Fig.1).

The present uncertainty as to the construction of Hicaco dam makes reservation of this area for recreation premature at the present time. The demands of the few campers who may now use the area do not require such reservation. Timber cutting, therefore, may proceed throughout the area, using special care to leave a well stocked forest with a continuous forest canopy and natural in appearance. Later, if intensive recreation use develops, it may prove necessary to restrict further the cutting policy, in line with the needs of recreation, the dominant use.

Recreation use of the forest, if confined to the areas recommended, need not interfere much with other forest uses. The areas reserved for ecological study and wildlife are not concerned. Recreation use must and can avoid appreciable damage to the water resource. Most needed recreation facilities can be provided without danger of erosion or undue exposure of the soil. The Recreation Area has been and should continue to be excluded from timber cutting plans. Most of its timber is remote and of poor quality. The main conflict here might be in the roadside strips, all of which are very accessible, but here the removal of declining trees and unsightly timber at least harvests the natural increment. In the potential recreation area of the upper Hicaco Valley no important restriction is placed upon timber cutting at present except in the roadside strips. Timber cutting is not to be discontinued entirely in any area used for recreation since dying trees and those interfering with roads, trails, and other developments are to be removed. Whereas timber harvesting is no objective in the management of areas devoted to recreation, neither should there be any pretense that the forest is virgin or necessarily any attempt to so maintain any large part of it. The health

of the stand is its most important aesthetic characteristic.

Much needs to be done to show the people how to appreciate the forest. A small museum recently established at a central point in the La Mina Recreation Area has done much to arouse public interest. The public should be provided with descriptive literature about the area, further informed by scheduled nature talks and short walks on the trails.

The recreation development recommended here is all directed primarily toward the local population. This is believed proper in view of the lack of outdoor recreation facilities and the large population needing this type of diversion. Present plans of the Insular government to expand the tourist business of the island count heavily upon the Luquillo Mountains as an attraction, however, and they must be given due consideration. The resort hotel already mentioned has been proposed primarily as an attraction for outside tourists. Other recreation facilities are and should be equally available to tourists. If the tourist business requires different types of facilities, it might be desirable to develop a new area entirely for them.

Farming

The place of farming in the Luquillo Mountains is defined by both physical and economic factors. The physical factors, being generally permanent, provide the most stable limitations. In the central part of the range the need for watershed protection precludes deforestation because of high rainfall and steep slopes. The level lands at high elevation are too poorly drained for field crops. Shallow soil and rock outcrops also make cultivation impossible in large areas. The central area of the mountains is clearly forest land on all counts. On the periphery, however, on the lower slopes and foothills, in spite of the rapid rate of soil leaching farming has been or still is being practiced. The surrounding coastal plain is a highly productive farm region which is intensively cultivated. The twilight zone,

where physical conditions are marginal for cultivation, permanent farming is possible only in the narrow valleys.

The economic criteria which usually distinguish farm land from forest land seem of little use here. The income from farming is extremely variable and the income which might be received from forestry on comparable soils is unknown. The relative standard of living of the farmers in different areas gives a poor clue, as it is so unsatisfactory throughout the island. Such indexes as tax delinquency, farm abandonment, and migration are all distorted by the tremendous pressure of population. Conditions are bad, but it does not follow that they are better elsewhere in the island. Present land use is an indicator but provides no consistent pattern. The poverty of the population makes necessary food production at any cost. Moreover, those who till the soil generally do not own it, and so are little concerned with the future. With more than 80 percent of the farm population supported primarily by work outside the farm, "submarginal" land can be worked periodically for an indefinite period merely as a supplementary source of income. Subsistence farming of this type probably provides more for the local community than would commercial farming, considering the poor quality of the soils and their scattered distribution.

Theoretically, in this twilight zone between forest and farming, each acre should be considered individually and dedicated to that use which is of most benefit. In practice, however, this degree of refinement is not possible without more information than is not available. Estimated returns from farming and forestry must both be based upon a number of questionable assumptions. What crops should be used as a basis? How intensively will the area be farmed? How will future farm yields and returns compare with those of the past? What are the probable forest yields? What is the value of intangible returns from the forest? How large an area is necessary for efficient farming, or for efficient forestry? A slight

change in the assumed answer to any of these questions would materially affect land classification. It is desirable to make use of what is known concerning these factors, but the final decision regarding any specific acre of land must be somewhat arbitrary, and it will be subject to change with economic conditions and possibly with increased knowledge concerning soil conservation practices.

Farming is certainly desirable where practical on a permanent basis, if only because it provides a greater amount of gainful employment than forestry. The area is marginal for most commercial farm crops. Crop rotation may always be necessary with all clean-cultivated crops, and therefore hill crops and pasture, which protect the soil and withdraw comparatively little from it, deserve consideration. A very satisfactory hill crop from the standpoint of soil maintenance is coffee. Coffee, and its sister crop, cacao, were the first crops in much of the area in question, but their cultivation has all but disappeared. The reasons for abandonment are diverse, and they are not purely economic. The coffee of Hacienda Catalina on the north slopes established a reputation for quality. Abandonment took place during the first thirty years of this century, apparently a result of lost markets and hurricane damage. Whatever the cause, however, there appears to be little hope at present of materially increasing the acreage dedicated to this crop. The trend is toward less and less acreage. The future of coffee production lies in more intensive cultivation on the best areas available, which are in the central and western mountains.

Pasturing, a use which can be easy on the soil and might prove well adapted on the lower slopes, has been practiced on only a small scale, for the family cow. Dedication of any large portion of this area to dairying or beef production would now probably be difficult because of the discontinuous geographic distribution lands suited for this purpose. It would also require much outside capital and the cooperation of hundreds of small farmers, obstacles which, although

not insurmountable, make prospects dim for the near future.

The population density has forced nearly all Luquillo farms to the production of food crops for local consumption. As population increased, anything that could be eaten increased in value. Cash income for other needs comes from employment outside the farm, in the forest, on roads, or in distant cane fields. This is a natural and logical pattern under the circumstances.

If farming is to continue to produce primarily food for local consumption the character of farming practices can be predicted with some accuracy as a basis for determining permanency on different areas. The important consideration in deciding which lands may be cultivated permanently is not the technical possibility of soil conservation practices but the probabilities. Considering the backwardness of present soil care it would be naive to expect good soil conservation practices throughout the area in less than ten years, or possibly a generation. These marginal areas do not warrant as much investment in soil maintenance as more productive lands.

As soil abuse will attend cultivation for many years, it is desirable that only those areas be cultivated which can withstand such abuse for some time. This means retirement from cultivation of some lands which might be reopened at a future date when better soil care is assured or after the soils have been rested. These retired lands should be dedicated to pasture or forest.

Farming in this twilight zone, at least outside the National Forest, is now too intensive for permanency on its present scale. Considering the mountain area as a whole, there are only about 1,500 acres of apparently permanent farm land for 9,000 people, or about one acre per family (See Fig. 1). This land should all be used for farming. If opportunities can be found elsewhere, emigration is desirable, but it should be primarily a voluntary movement. In the meantime an accelerated program of development of other mountain resources may help to fill the gap.

Pasí experience with farm families within the public forest lands lead to the following general conclusions which appear basic to future land use policies in the mountains (5).

1. A small population near or within the mountain area is needed as a labor force.
2. The number of permanent settlers in the mountains should not exceed that which can be supported permanently by employment within the area. An attempt to support a greater number will result in deterioration of the forest, the soil, or both.
3. Rural laborers will generally demand at least a garden patch wherever they live.
4. Land in the mountains with the capacity to produce field crops and withstand continuous cultivation can produce more from farming than from forestry and should be so used. It will contribute most to the community producing food for home consumption.
5. Time divided equally between farming and paid outside labor appears to provide a satisfactorily balanced income.

The so-called "taungya" system, as applied to forest regeneration should be investigated. It might help to tide over the population during the period of reduction in farming intensity. This system, developed many years ago in India and successfully practiced in Trinidad, is an ingenious combination of shifting cultivation, a pan-tropical farming practice, and reforestation. Areas to be reforested are cropped between the trees until these dominate, a period of two to three years. The cultivation of the crops accomplishes plantation weeding, which is frequently a very costly part of reforestation. After the trees dominate, the farmer abandons the tract, and he provides a new area on which to repeat the process. The system gives forest plantations a good start at little expense, and permits farmers to use "new" land frequently, as they would in the absence of any restriction.

Mining

Mining is not now active in the Luquillo Mountains, and future activity is dependent upon the completely unpredictable results of prospecting, which is also inactive at present. Since the location of mining activity is dictated by the location of the deposits, it is obviously impossible to restrict this land use to certain areas. Other land uses are usually excluded from the immediate vicinity of mines.

Prospecting for minerals is the search for new resources and should be encouraged. In recognition of the fact that prospecting and mining may impair or destroy the value of areas reserved for other restrictive uses, such as ecological study, wildlife production, water production, and recreation, however, the search and extraction of metals should be controlled publicly to the extent that such damage is minimized. Claims should be limited to the smallest area actually necessary for the extraction of known deposits. If deposits are economically marginal to exploit, other land uses might deserve preference.

Wind Power

The development of electric power from the wind has proven practical in certain parts of the world. It has not yet been attempted in Puerto Rico, but the wind records from Twin Peak indicate that velocities may exceed the minimum required; 20 miles per hour for 40 percent of the time (4). The uniformity of the velocity has not been studied. Wind power development, which requires the exposure of large and costly turbines, might prove impractical because of the hurricane hazard. On the other hand, power development from the wind is not a function of the limited number of dam sites, nor is it impaired by sedimentation.

The Luquillo Mountains provide the most promising locations in the entire island for high winds. The ridges and peaks between the Pinnacles and Mount Britton and between East and West Peaks are exposed to the free sweep of the easterly trades. Twin Peak is a natural wind "target" near the

vertex of two angular high ridges which have a funneling effect. Further research is a pre-requisite of wind power development.

The lands suggested for wind power tests are all very critical watershed areas. Any development, therefore, must be made with a minimum of disturbance of the vegetation and soil. Any necessary related road construction would have to be carefully planned, and provision would be necessary for stabilization of exposed soil. The turbines themselves, located high above the ground on towers, require no type of maintenance which should endanger watershed values. No other resources of importance would be affected by this development, except possibly recreation. Only the ridges are suited for wind power development, and so recreation would have to take a subordinate position there. Since no large area is needed for the turbines this conflict would at most be minor.

Timber Production

The climax vegetation of the entire Luquillo Mountain area, with the exception of a few acres of rocky peaks and cliffs, is forest. This forest produces trees of merchantable size everywhere except in the most exposed locations, which make up less than 3 percent of the area. The selection of areas most suited for timber production, therefore, cannot be based upon where merchantable timber does or does not grow, but rather where yield is greatest. Few data have been collected regarding relative yields in different parts of the forest, but variation is probably not sharply defined, except possibly where type lines are crossed. Thus the reservation of 9,728 acres for the more restrictive uses already described was logically done before considering timber production. The timber so reserved is chiefly poor or remote, and its elimination does not seriously reduce potential timber production, to which as much as 38,820 acres, or 80 percent of the mountain area may be dedicated (See Fig. 1).

Timber production is not the sole use of any part of the forest. Even in the best

timber producing areas water production is of coordinate importance. The degree of conflict between timber and water production is not clearly understood, so conservative cutting must be practiced until the effects upon water quality are known. It may at that time prove possible to relax restrictions on timber cutting to provide greater latitude of silvicultural practice if required for higher timber yields. The proposed wildlife area should be closed to timber cutting until favorable wildlife environment is better understood. At that time timber cutting may become desirable and should be practiced as a subordinate use subject to limitations dictated by wildlife needs. Within the La Mina Recreation Area and in the roadside strips, timber use is also subordinate. In the proposed future recreation area in the upper Hicaco Valley, timber use may eventually be more restricted.

Part of the 38,800 acres available for timber production may never be managed for this purpose because of low productivity and/or inaccessibility. Productivity decreases generally with a rise in elevation, a sharp change occurring at about 1,800 feet with the transition from the tabonuco to the colorado or palm type. The tabonuco type is generally also more accessible than either the colorado or palm types. The most promising stands are generally those of the tabonuco type at low elevation. Next are the more accessible stands of the palm and colorado types. The least accessible stands in these last types may never prove practical to manage for timber and may thus remain indefinitely as purely protection forest.

Timber production conflicts with other land uses in various ways. It requires a modification of the climax forest as to both density and composition to accelerate increment and to improve quality. It necessitates the construction and maintenance of a network of roads and trails for extraction of tree products. Timber exploitation, at its worst, could destroy the aesthetic beauty of the forest, damage watersheds, and possibly exterminate the rare bird species. At its

best, none of these should be necessary.

Timber production in the Luquillo Mountains should, within the limits of reasonable conflict with other land uses, be directed toward a maximum sustained yield of wood products for the local population. This requires the salvage of overmature trees in present stands, continuous soil protection, and maximum quality increment. Existing forest industries should be sustained, if possible, particularly where they are important to community stability.

In summary, the classification of the lands of the Luquillo Mountains here proposed segregates the area by major uses as follows:

Use	Area	Percent
	Acres	
Research in Virgin Forest	2,100	4
Wildlife	3,210	7
Water Production and Recreation	2,920	6
Farming	1,500	3
Timber	38,820	80
	48,550	100

Future articles in this series will discuss the development of the timber production area.

L I T E R A T U R E C I T E D (L I T E R A T U R A C I T A D A)

1. BEARD, J. S. 1944. Climax vegetation in Tropical America. *Ecology* 25 (2): 127-158.
2. BOCK, CARL A. 1946. Planning report on the proposed Río Blanco extension. Puerto Rico Water Resources Authority, Engin. and Construct. Div. San Juan. pp. 25 (mimeographed).
3. HOLDRIDGE, L. R. 1947. Determination of world plant formation from simple climate data. *Science* 105(2727):367-368.
4. THOMAS, PERCY HOLBROOK. 1945. Electric power from the wind. Washington; Federal Power Commission. pp. 59.
5. WADSWORTH, FRANK HOWARD, and SOLIS, EMILIO. 1949. Population and employment problems in the Toro Negro Forest. *Carib. Forester* 10: 59-68.

(Traducción del artículo anterior)

Ordenación Forestal en las Montañas de Luquillo

II. PLANEANDO EL USO MULTIPLE DEL TERRENO

En un artículo anterior (Caribbean Forester 12(3): 93-114) fueron descritos los recursos forestales de las Montañas de Luquillo, (situadas al este de Puerto Rico), su ambiente físico, social y económico. Los recursos de esa zona son variados y casi todos ellos han sido desarrollados o explotados en cierto grado en el pasado. Algunos de esos recursos no se agotan y aún hoy día se conservan disponibles igual que en la época del descubrimiento de la isla. Otros recursos agotables se encuentran en menos abundancia que originalmente pero ninguno ha desaparecido totalmente. El clima es fresco y el panorama es tan espectacular como el de cualquier otra parte de la isla. Hay allí agua en abundancia, tierra cultivable, varias localidades para represas, bosque pluvial virgen, casi 4.000 hectáreas de rodales jóvenes accesibles, vida silvestre interesante y depósitos minerales de posible valor. Este área está rodeada de densa población a la cual le hacen mucha falta estos recursos y la posibilidad de empleo que conlleva su explotación. La mayor parte de esta tierra es de propiedad pública, formando parte del Bosque Nacional Caribe. El uso adecuado de los recursos de las Montañas de Luquillo requiere (1) prolongar el período de utilización mediante conservación y (2) asegurar que la comunidad en su totalidad sea su mayor beneficiario, todo lo cual sólo puede obtenerse mediante una cuidadosa ordenación. El uso del área en el pasado no ha seguido ningún plan en particular y la continuación de esta política en un país tan densamente poblado como Puerto Rico sólo puede conducir hacia mayor dependencia de ayuda exterior. Se necesitan amplias políticas para establecer los límites de los usos en conflicto en un punto tal que le asegure a cada uso su adecuada porción de los recursos presentes y futuros.

Es apremiante la necesidad de un desarro-

llo planeado de las Montañas de Luquillo. Va en aumento la presión de población sobre unidad de terreno y el progreso de la conservación científica ha sido lento. Deben reconocerse los valores de todos los recursos y los beneficios de su uso coordinado bajo una base permanente, antes de que lleguen a destruirse.

El mercado principal para los recursos de las Montañas de Luquillo ha sido siempre la propia isla de Puerto Rico y lógicamente debe continuar siéndolo. Sería prematuro considerar seriamente la exportación hasta tanto no se llenen las necesidades locales. Aunque ciertos productos de las Montañas de Luquillo, tales como minerales y ciertas maderas de ebanistería de mercado mundial, puede que terminen en manos de consumidores del exterior, el desarrollo debe planearse primordialmente para beneficiar al propio Puerto Rico. Pueden desarrollarse industrias de beneficio local, en relación con la manufactura, tanto para uso del consumidor como para el productor, de mercancía a base de esas materias primas, aunque sean subsidiamente exportadas.

La utilización del terreno y los planes de desarrollo para proveer su máxima contribución para este área, para ser factibles, deben tomar en consideración los efectos que sobre las comunidades, industria y empleo existentes pudiera tener el ajuste en uso. Además, el desarrollo de este área debe guardar estrecha relación con el resto de la isla. Por ejemplo, debe tenerse en cuenta que aunque otras áreas de la altura son menos panorámicas tienen a su favor el ser menos lluviosas y puede que sean mejores como sitios de solaz y recreo. Además, con el auge del mejoramiento en utilización de las tierras, también otros sitios en la isla se dedicarán eventualmente a la producción forestal en competencia con éstos. Los nuevos desarrollos en la producción de café parecen

conducentes a la concentración de este cultivo en las mejores áreas y al abandono de las más pobres (algunas de las cuales son terrenos forestales mejores que los de las Montañas de Luquillo) para dedicarlos a bosque.

La utilización de las hectáreas de las Montañas de Luquillo a todos los usos posibles no conduciría probablemente a un rendimiento máximo. Algunos usos no interfieren con otros, algunos son hasta complementarios pero otros están en conflicto.

Debe tenerse en cuenta el papel dominante, coordinado o subordinado de cada uso en particular. Tampoco sería sabio tratar de asignarle a cada uso un área específica, cuyo tamaño estuviere en consonancia con su importancia y necesidad relativas. Muchos de los valores son intangibles y no pueden valorarse con facilidad. Debe proveerse algún área para cada uso importante de la tierra tanto actual como proyectado, asegurando primero aquellos más restrictivos o más susceptibles a interferencia de parte de otros usos. Luego de dar la debida consideración a los usos más restrictivos previstos las mejores áreas restantes deben ser asignadas a cada uno de los demás usos.

Un plan para el desarrollo y uso de la tierra y los recursos naturales es por naturaleza un documento de valor temporero pero debe proveer debidamente para la protección de las condiciones ambientales necesarias para usos deseables que pueden ser de poca importancia en el presente pero cuya demanda es de esperarse que aumente. Debe proveer para la investigación que habrá de acrecentar los valores de los recursos haciendo posible mayores usos con menos conflicto. Debe ser esencialmente flexible para afrontar los cambios en la demanda y la mayor intensidad de uso que es de esperarse en el futuro.

El uso deseable más restrictivo en las Montañas de Luquillo es la investigación en el bosque virgen. Otros usos en orden aproximado son: producción de vida silvestre, producción de agua, recreación, cultivo agrícola, minería y desarrollo de fuerza eólica. El uso menos restrictivo es la producción de

madera. Se describirán aquí la naturaleza y requisitos de estos usos, cómo toleran otros usos y la selección de áreas específicas donde cada uno debe dominar.

Investigación en el Bosque Virgen

La vegetación climática, expresión estable del ambiente, es una fuente de información sobre la adaptabilidad de las especies forestales y la orientación de la sucesión en bosques secundarios, la cual es de gran valor como guía de la ordenación forestal. El rodal climático no es un ideal para la ordenación pero le sirve como punto de referencia ya que las prácticas conducentes a producir bosques similares al clímax pueden tener más éxito que las que no tienen esa tendencia y el grado de diferencia entre el rodal ordenado y el clímax refleja la atención que sería necesaria para conservar esos rodales artificialmente.

El estudio del bosque virgen en las Montañas de Luquillo requiere un área considerable ya que los rodales son heterogéneos. Los bosques vírgenes son raros en Puerto Rico, ya que sólo constituyen según los cálculos sólo el 0,4 por ciento de la superficie total de la isla. No restan cuarteles contiguos grandes y los más grandes de éstos están en las Montañas de Luquillo.

Un examen detallado del bosque de las montañas y un estudio de la historia del área demuestra que el bosque clímax virgen es difícil de identificar. Las cortas efectuadas en el pasado en el interior del bosque eran por lo general muy selectivas, extrayendo algunos de los árboles grandes de sólo una o dos especies. En algunas áreas ésto significaba menos de un árbol por hectárea. El tipo tabonuco (bosque pluvial pedemontano de Beard (1) y bosque húmedo tropical de Holdridge (3)) ha sido entresacado en todas las Montañas de Luquillo, excepto en algunas áreas pequeñas. Sólo existe un rodal lo suficientemente grande para proveer un buen ejemplo de condiciones vírgenes para estudio ecológico. Está situado cerca del centro del área montañosa e incluye laderas inferiores y cresterías. Está en el límite superior de este tipo y puede que no sea tí-

pico de las condiciones imperantes a niveles inferiores pero es el único remanente extensivo de área sin modificar.

Hay áreas extensas de lo que parece ser clímax del tipo colorado (bosquete montano de Beard (1) o bosque pluvial subtropical de Holdridge (3)), palmar y bosque enano en las partes más altas de muchos valles. El área inmediatamente al sur del tipo tabonuco climácico parece típico y por estar adyacente al área de tipo forestal climácico tabonuco, hace posible la conservación de los rodales climácicos de los cuatro tipos en un predio contiguo. También se encuentran aquí todos los sitios topográficos de importancia, incluyendo las laderas de aspecto sotavento y barlovento y un valle llano estrecho y esa tierra ya pertenece al erario público. Este área que es muy satisfactoria para el estudio del bosque virgen contiene unas 844 hectáreas que pueden desglosarse como sigue: 476 hectáreas del tipo tabonuco, 92 hectáreas del tipo colorado, 140 hectáreas del tipo palmar y 136 hectáreas del tipo enano (Véase la fig. 1).

El estudio del tipo virgen requiere que el área se conserve inviolada. Todo el uso humano que redunde en modificación del ambiente o de la vegetación debe ser excluido. Una norma tan restrictiva puede fácilmente crear importantes conflictos con otros usos posibles de este área pero éste no es el caso aquí, por lo menos por el presente. La importancia primordial del área estriba en la protección que pueda originar contra la inundación y la erosión ya que incluye cabezales de los ríos que proveen el agua potable para comunidades de más de 10.000 personas pero su valor como protectora de cuencas hidrográficas no está en conflicto con su reservación para estudio ecológico. Incidentalmente el área podría continuar proveyendo también un refugio natural y seguro para la cotorra puertorriqueña, pájaro que está en vías de extinguirse. El reservar este área encerraría aproximadamente 2.000.000 de pies cúbicos de madera, de los cuales probablemente más de 1.000.000 de pies tablares son de madera de ebanistería. Sin embargo, esta madera está hoy día inasequible y su

aprovechamiento maderero requeriría la construcción de por lo menos 4,8 kilómetros de carretera por terreno montañoso, expendio que no se considera justificable. El área no contiene tierra agrícola potencial, terrenos de pastoreo ni de caza. No es más panorámica que otras áreas más asequibles que son aptas para centros de recreación. Su reserva no estará en conflicto con futuras extracciones de depósitos minerales aluviales y no se conocen otros tipos de depósitos en ese área.

Hoy día a la reserva proyectada puede llegarse sólo por dos senderos de quilómetro y medio cada uno. La accesibilidad del área no se visualiza que necesita aumentarse para ningún estudio que haya de efectuarse en el futuro cercano. Esta inaccesibilidad en sí es un factor que inhibe los disturbios a manos del público. El área descrita debe ser reservada de tal manera que evite cualquier cambio en su ordenación o en política de utilización que aunque sólo fuere por unos años, pudiere destruir para siempre el valor de este área único para los estudios ecológicos que son posibles hoy día.

La investigación sobre el bosque climácico en este área ya ha empezado con el establecimiento de un cuartel permanente de ensayo, que fué establecido en el tipo tabonuco. Lo más pronto posible deben llevarse a cabo estudios sobre el efecto que los diferentes microambientes tienen sobre el bosque, incluyendo sombra, drenaje edáfico, aereación edáfica y materia orgánica. Estos estudios, que son requisitos para el progreso de la selvicultura deben concentrarse primero en el tipo tabonuco, que es el más productivo.

Producción de Vida Silvestre

La conservación de una población satisfactoria de la mayoría de los pájaros beneficiosos de las montañas es aparentemente posible sin conflicto alguno con los demás usos de la tierra. Las cotorras, que una vez abundaban en la isla, son una importante atracción por su belleza. Se justifica un esfuerzo especial por asegurarles un habitat favorable. Se conoce poco sobre los requisitos de habitat de esta especie pero según

informes no tienen dieta específica y se comen casi todas las frutas a su alcance. La reducción en número se debe, por lo menos en parte, a la interferencia directa del hombre.

La reserva de todas las áreas frecuentadas por estos animales no se justifica, ya que vuelan a partes diferentes en las montañas, tanto a bosque entresacado como a bosque climácico y aún a áreas pobladas. Aparentemente se sienten seguras en bandadas y recorren grandes distancias en busca de alimento. También emigran de una parte de las montañas a otras durante diferentes estaciones, lo cual se debe sin duda a variaciones en las fuentes de alimento. La migración diaria es un hábito típico de las cotorras, quienes comen durante ciertas horas y se recogen juntas durante la noche. Parece que es vital para su supervivencia que tengan un área grande donde hagan su nido y para su descanso nocturno, sin ser molestadas.

A falta de conocimiento detallado sobre los hábitos de esta especie el mejor curso a seguir es perpetuar el ambiente en que se desarrollan actualmente por propia selección. Cuando se conozca más a este respecto sería quizás más práctico mejorar el ambiente selviculturalmente favoreciendo las plantas que ellas prefieren para su sustento y para hacer sus nidos. Según observaciones del Servicio Insular de Pesca y Vida Silvestre las cotorras y los cuervos frecuentan el valle del Espíritu Santo arriba, en la parte occidental del bosque. Un área de unas 1.284 hectáreas, situadas en esa región, parecen ser satisfactorias como un santuario para estas especies (Véase la fig. 1).

La reserva de este área no tendrá hoy día materialmente ningún conflicto con los demás usos. Los terrenos son todos de propiedad pública. Las cuencas hidrográficas aquí comprendidas, algunas de las cuales son muy inclinadas, deben continuar protegidas. Las bellezas escénicas no son suficientes para originar un desarrollo inmediato como centro de recreación. El área no incluye terreno agrícola. No es inminente la actividad minera. El bosque es pobre, en su mayor par-

te abierto y achaparrado y de poco valor comercial. Además, a excepción hecha de un área muy pequeña situada en el valle del Río Grande, este área es económicamente inasequible para la extracción maderera.

Por lo menos en el presente este refugio debe conservarse en forma natural. No debe permitirse ninguna corta ni otros usos, la gente debe excluirse y deben abandonarse los senderos que conducen a este área. La principal actividad en este área debe ser la investigación conducente al descubrimiento de los factores ambientales más importantes, tanto favorables como adversos, que ejercen influencia sobre la supervivencia de estos pájaros. Puede que la corta de árboles sea beneficiosa a los pájaros si se favorecen ciertas especies. Aún hasta se justificaría el hacerles cajitas donde anidar. Se necesita mayor conocimiento sobre el ciclo de vida y los hábitos de anidamiento y alimento de estos pájaros ya que sus requisitos reales puede que no conlleven la veda de un área tan extensa. Si la investigación demuestra que es éste el caso el área debe utilizarse también en otras formas. Si resultare lo contrario debe separarse el área como refugio permanente de estos pájaros.

Producción de Agua

El agua es un recurso tan importante como los demás del área de las Montañas de Luquillo y es el recurso más importante en las laderas más inclinadas, en las cresterías y en los picos. El agua de todas las quebradas y ríos de esas montañas se usa para fines domésticos. Los ríos Cubuy, Sabana, Hicaco y Prieto se usan para generar energía. La mayoría de los demás ríos son potencialmente aptos para ese uso. El uso del agua aumenta según aumenta la población. A excepción de los estudios ecológicos del bosque virgen y la producción de vida silvestre (en consonancia con las políticas antes esbozadas), todos los usos tienden a reducir la calidad del rendimiento en agua y por lo tanto deben limitarse según el caso.

La producción de agua se relaciona tanto con la calidad como con la cantidad. La utilidad del agua para fines domésticos y para

la generación de energía hidroeléctrica depende de la uniformidad del flujo y de que esté libre de sedimentos. Las fluctuaciones en el flujo de agua hacen necesarias la habilitación de almacenaje para uso en períodos de sequía. Los ríos cargados de sedimentos llenan los embalses de cieno mermando gradualmente su valor.

La uniformidad del flujo de los cursos de agua y el estar libres de sedimentos puede ser controlado hasta cierto punto por la vegetación. El bosque es por lo general la vegetación más satisfactoria para ese propósito, particularmente en regiones montañosas como ésta donde las laderas inclinadas están sujetas a lluvias intensas. El bosque reduce la fuerza de las gotas de lluvia, aguanta el suelo en su sitio hasta considerable profundidad y crea un ambiente superficial poroso en el suelo logrando así una absorción óptima de agua. La mayor parte del agua que penetra en el suelo forestal reaparece en forma de manantiales de agua clara que se deslizan continuamente. Aún durante fuertes aguaceros algunos ríos de las áreas forestales de Luquillo tienden a correr sólo un poco turbios, transportando material coloidal en vez de sedimento.

La necesidad de una cubierta forestal es más imperativa desde el punto de vista de protección de cuencas hidrográficas en la parte central de las montañas, donde las laderas, que en su mayor parte tienen una inclinación que excede del 60 por ciento, las cresterías y los picos están cubiertos de un suelo somero y están sujetos a lluvias torrenciales. Las áreas más críticas incluyen alrededor de 1.040 hectáreas. Cualquier disturbio en la vegetación de tales sitios es arriesgada y no debe permitirse ninguna corta ni otro uso que perturbe la estabilidad del suelo.

En las montañas la necesidad de proteger las cuencas hidrográficas debe ejercer influencia predominante sobre todos los demás usos de la tierra. Debe limitar el desarrollo de la recreación pública en cuanto a ubicación, construcción de carreteras y desmonte. Debe restringir las labores agrícolas a las laderas menos inclinadas y aún allí son obli-

gatorias medidas especiales de protección del suelo. Aunque la corta de árboles puede permitirse en todos sitios menos en las áreas críticas, esta corta debe ser selectiva conservándose siempre un dosel forestal que proteja el suelo de la acción disgregante de los aguaceros fuertes. Los senderos y caminos para la extracción de la madera deben construirse de tal manera que eviten la concentración de agua de derrubio. La corta selectiva puede hasta ser beneficiosa al control del agua y la erosión porque mantiene el rodal lo suficientemente abierto para estimular el desarrollo de una capa herbácea bien desarrollada que puede retardar el escurrimiento superficial y atar un poco el suelo superficial. De las 1.040 hectáreas de áreas críticas (Véase la fig. 1), unas 152 caen dentro de las reservas propuestas para estudio ecológico y producción de vida silvestre.

Los límites de las áreas críticas de cuencas hidrográficas y las recomendaciones para su protección están basadas en un conocimiento incompleto de los factores envueltos. Deben comenzarse pronto los estudios locales para determinar la relación entre las diferentes densidades forestales y la distribución del agua. El estudio del efecto de los huracanes sobre los diversos tipos forestales es de importancia especial. Los resultados de tales estudios pueden hacer posible una ordenación forestal que asegure rendimientos óptimos en agua, tanto en cantidad como calidad.

Recreación

Con el aumento en el nivel de vida, la reducción del número de horas laborables y la concentración de la población en zona urbana aumenta la necesidad de mayores oportunidades en materia de recreación. La recreación al aire libre es deseable porque ofrece una oportunidad para el ejercicio físico y un cambio en la vida rutinaria normal. En Puerto Rico algunos de los tipos más deseables de recreación al aire libre se encuentran en el medio ambiente forestal natural. Sin embargo las áreas de ambiente natural aptas para buscar recreo y solaz son pocas y están casi limitadas a los terrenos públicos.

Muchas de estas áreas no se adaptan a este propósito debido a su inclinación o por su lejanía.

Las Montañas de Luquillo tienen muchas ventajas para el recreo forestal. Forman una cadena imponente que se levanta abruptamente desde las planicies costaneras. Tienen cascadas, barrancos, precipicios y picos desde donde se observan maravillosos paisajes. En ellas se encuentra el predio más grande en la isla de bosque pluvial denso e imperturbado, con árboles de grandes raíces zanco, palmas, helechos, variedades de flores, epifitas, musgos y enredaderas abundantes y cotorras de bello colorido. La temperatura en los sitios más altos es varios grados menor que en la costa. El centro del área está a sólo unos 48 kilómetros de la capital, San Juan, por carretera pavimentada. La playa de Luquillo, importante centro de recreo de la costa está a unos 16 kilómetros de este área.

El uso recreacional no debe poner en peligro otros valores o el futuro del uso recreacional en sí. Aquellas actividades recreacionales que pueden disfrutarse sólo en un ambiente forestal son por lo general por su naturaleza específica las formas más elevadas de uso recreacional en las limitadas áreas que se adaptan a ello. Son preferibles aquellos tipos de recreación que pueden ser utilizados por el mayor número de personas en áreas limitadas, sin interferencias. En Puerto Rico, debido a la dificultad de circulación por el bosque, no constituye problema la posibilidad de que la gente se disperse excesivamente por el bosque. Las formas de recreo forestal más deseables incluyen: estudio de la naturaleza, fotografía, caminatas a pie, giras, equitación, paseos en automóvil y veraneo en el bosque para huir del calor sofocante de la costa.

En Puerto Rico la oportunidad de recreo forestal para gran número de gente urbana ha sido posible sólo recientemente. En 1929 se calculó que unas 1.400 personas visitaban el Bosque de Luquillo que para esa fecha era relativamente inasequible. Sin embargo hoy día el número de visitas anuales asciende a 60.000. La mayoría de los visitantes

proviene de ambientes urbanos. A menudo llegan autobuses llenos de niños de baja esfera social. El propio ambiente hogareño de la mayoría de la gente no los ha habilitado para apreciar las potencialidades del bosque como lugar de recreo y solaz. Por lo tanto, es natural que deseen hacer allí las mismas cosas que hacen en sus hogares. Frecuentemente buscan la forma de entretenerse bailando o jugando pelota, lo cual no utiliza en forma alguna los recursos del bosque. Es de esperarse que se efectúe un aumento en el interés por el ambiente forestal en sí pero el cambio será tan gradual que el desarrollo actual debe satisfacer primero las demandas actuales sin menoscabo, no obstante, del valor del bosque para tipos más elevados de utilización que puedan popularizarse en el futuro.

Un peligro real lo constituye el desarrollo en exceso. La población urbana de la isla es de casi un millón y el área forestal de las montañas es de sólo 11.200 hectáreas. Una vez que un área esté indebidamente desarrollada y abierta al público, es difícil cerrarla y aún después de cerrada toma mucho tiempo para volver a ser lo que era.

Las facilidades existentes en el Área de Recreo de La Mina en el Bosque Nacional Caribe, en unas 260 hectáreas situadas al sur y este de El Yunque, satisfacen muchos requisitos de recreo en un área concentrada. La localización parece ser tan buena para uso concentrado como la que se encuentra en las montañas. Ahora que se ha construido la carretera el continuar el desarrollo de este área es tan económico como el abrir cualquier otra área. Como está en el interior del bosque público no hay peligro de que se pongan cartelones ni tienduchas de mal aspecto. El Área de Recreo por lo tanto debe continuar siendo el centro de desarrollo de las posibilidades de recreo.

El tipo más restrictivo de recreo forestal y el que más puede ser afectado por el desarrollo en exceso de otros tipos de utilización es el más primitivo: los campamentos. Para ello se necesitan áreas relativamente grandes donde uno se escape de la "civilización" y por lo tanto de los demás excursionistas.

Para este propósito se necesitarían no menos de 800 hectáreas. El bosque no tiene que ser climácico pero debe verse natural y debe tener agua potable. En el presente pocas personas en Puerto Rico gustan de hacer campamentos en el bosque. El grupo más grande lo constituyen los Niños Escuchas.

En las montañas hay pocas áreas que sirvan para el propósito de acampar. Por el presente el área propuesta para refugio de la vida silvestre debe excluirse aunque cuando se sepa algo más sobre las demandas de la vida silvestre puede que sea posible usar sin conflicto este área o parte de ella. El área que mejor se presta es el valle Hicaco arriba donde el agua es buena y hay numerosos sitios aislados donde puede acamparse. Si la demanda aumentara podrían habilitarse sitios permanentes donde acampar para evitar el uso promiscuo del área. Las facilidades sanitarias puede que sean deseables y hasta necesarias luego.

Nunca podrá darse cabida a muchos acampadores y esta forma de utilización puede que tenga que reemplazarse por otras que mejor satisfagan la demanda del público.

Los campamentos permanentes para organizaciones semi-públicas sirven para un gran número de personas por unidad de superficie y por esta razón suplen mejor las necesidades de la isla que los campamentos individuales. Sin embargo, las Montañas de Luquillo, con posible excepción de las laderas occidentales, no se consideran satisfactorias para ese tipo de campamentos por lo lluvioso del clima que torna desagradable una estadía prolongada.

Las caminatas y la equitación exigen que hayan senderos que conduzcan a sitios de interés que no sean asequibles por ninguna otra forma de transportación. Tanto los senderos cortos como los largos son deseables y se necesitan numerosos sitios donde resguardarse de la lluvia. En el presente en el Area de Recreo de La Mina pueden facilitarse las caminatas y la equitación. Los actuales senderos que conducen a los picos y a lo largo del Río La Mina parecen adecuados a la demanda actual. El camino que va al Yunque puede usarse para paseos a caba-

llo pero no debe abrirse al tránsito de automóviles. Esta política dejaría al Monte Britton y al Yunque accesibles sólo a caballo o a pie y los Pináculos accesibles sólo a pie. Los antiguos senderos hacia el este hasta Pico Oeste y hacia el oeste hasta El Toro deben abandonarse ya que estas áreas se dedicarán a usos que estarían en conflicto con la presencia de personas a pie o a caballo.

Las giras se han hecho muy populares en Puerto Rico. Probablemente será éste el uso recreacional predominante en las Montañas de Luquillo porque es el utilizado por mayor número de personas por unidad de área y requiere poco expendio para habilitación. Generalmente es más práctico cerca de carreteras para poder fácilmente llevar los alimentos y equipo al sitio que sea. Las mesas de giras tienen que estar cobijadas para protegerlas de sol y lluvia. Preferiblemente no deben verse desde la carretera ni desde otros sitios de gira. Deben estar situadas en algún sitio interesante tal como una vista panorámica y deben estar provistas de agua buena y de facilidades sanitarias. Las facilidades actuales para efectuar giras son inadecuadas. Se necesitan nuevas áreas para giras a lo largo de la carretera de Mameyes a Río Blanco además de las que ya hay en el Area de Recreo.

Las carreteras hacia los centros de recreo parecen ser adecuadas ya que permiten ver el interior del bosque y algunas vistas de altura. Desde ellas se puede ir de excursión, caminatas, giras, se puede ir al restorán, a las cabañas y a las piscinas. En dos predios a lo largo de la carretera de Mameyes a Río Blanco debe eliminarse el cultivo agrícola y dedicarse a bosque para proteger los valores panorámicos. Las fajas de 33 a 66 metros de ancho, a lo largo de los lados de la carretera deben conservarse siempre con plantaciones forestales de alineación. En esas fajas sería deseable la corta selectiva y la remoción de árboles de mal aspecto.

Al visitante que desee quedarse algunos días debe podersele alquilar una cabaña de buena construcción. Estas cabañas podrían estar situadas en cualquier parte del bosque pero para facilitar su control administrativo

deben concentrarse en pocas áreas, colocadas fuera de la vista de los vecinos y con cierto grado de aislamiento. Las cabañas pueden colocarse en sitios poco conspicuos donde no interfieran con áreas de giras, actuales o potenciales. Deben favorecerse las giras ya que es la más usada de las formas de recreo. Se requiere construcción en cemento por la podredumbre rápida de la madera en sitios tan húmedos.

Los estudiantes de desarrollo de posibilidades de recreo y turismo en la isla varias veces han recomendado la construcción de un hotel en la vertiente norte de las montañas a medio viaje entre La Mina y la Playa de Luquillo. Un sitio apropiado, asequible, fresco y con una vista magnífica está al este del vivero de La Catalina. Esto sería bueno si se interesase alguna agencia o individuo. El solar para el hotel no tendría que pasar de dos hectáreas pero tendría que tener caminos de herradura para La Mina y Luquillo.

En La Mina la topografía limita un poco las formas de entretenimiento. El habilitar un campo para beisbol sería muy costoso y causaría probablemente mucha erosión. El clima es muy lluvioso para jugar tenis. Por el momento las dos piscinas son adecuadas. El restorán provee comidas y baile.

Las casas privadas de veraneo parecen resultar poco deseables por su naturaleza restrictiva. Esta forma de utilización requiere que se cierre una parte del área extremadamente pequeña que hay disponible en Puerto Rico para recreo forestal, limitándola para el uso de una familia o de un grupo. Las casas de veraneo se usan por lo general los fines de semana, ya que el clima no es agradable para prolongadas estadías. Las residencias de verano estarían a la disposición de mayor número de personas si se alquilasen como parte de una unidad.

No se ha recomendado la caza. Las palomas de las montañas son buenas para la caza pero actualmente existen en número tan limitado que por el presente deben protegerse por muchos años antes de dar comienzo a su caza. También la pesca debe aguardar a que se suplan los ríos con especies adecuadas. Puede que resulten un éxi-

to los esfuerzos por poblar el área con lobina negra boquigrande.

Estas recomendaciones requieren que se continúe el uso del Area de Recreo de La Mina y el uso de sitios adecuados a lo largo de la carretera de Mameyes a Río Blanco para áreas de giras y para un restorán. Para esta fecha no parece deseable que se abran otros lotes para hacer cabañas privadas. Eventualmente el área de vida silvestre puede estar disponible y puede necesitarse para recreación, posiblemente para abrir brechas. Se sugiere actualmente el valle de Hicaco arriba para campamentos. Este área es potencialmente un centro de recreo que puede tornarse más importante que a Mina. El embalse propuesto en el Río Hicaco para aumentar el almacenaje de agua para la planta hidroeléctrica de Río Blanco promete producir un lago de unas 68 hectáreas y de 1,6 kilómetros de largo (2). Si se pudiera evitar la fluctuación excesiva en el nivel del agua al menos durante los meses de más calor, este área sería un sitio atractivo para cabañas. Aquí habría 360 hectáreas, lo cual aumentaría el área total de recreo a 620 hectáreas (Véase la fig. 1).

Con la incertidumbre actual en cuanto a la construcción del embalse de Hicaco resulta prematuro la reserva de este área para fines de recreación. Las demandas de unos pocos acampadores que puedan usar el área ahora no requiere tal reserva. Por lo tanto la corta de madera puede continuar si se toma el cuidado de dejar un bosque bien provisto, con dosel forestal continuo y con apariencia natural. Luego, si se desarrolla el uso intensivo en recreación pudiera ser necesario restringir la política de corta a tono con las necesidades del fin utilitario recreacional, el uso que predominaría entonces.

El uso del bosque como sitio de recreo, si se limita a las áreas recomendadas no precisa interferir mucho con los demás usos a que puede dedicarse el bosque. Esto no concierne a las áreas reservadas para estudio ecológico y para vida silvestre. El uso recreacional debe y puede evitar que se infieran daños apreciables al abastecimiento de agua. Las facilidades más necesarias de

recreación pueden ser establecidas sin peligro de daños por efectos de la erosión o la indebida exposición del suelo. El Area de Recreo ha sido y debe continuar siendo excluida de los planes de corta de madera, que en esos sitios es de mala calidad y está bastante alejada. El conflicto principal lo serían aquí las plantaciones de alineación a lo largo de las carreteras, que son muy asequibles pero en esos casos la remoción de árboles decadentes y de mal aspecto equivale a la cosecha del incremento natural. En el área potencial de recreo del Valle de Hicaco arriba no se ha restringido la corta hasta la fecha, excepto en las fajas boscosas a lo largo de las carreteras. La corta no se discontinuará por completo en ningún área de recreo ya que los árboles moribundos y aquellos que interfieren con carreteras, caminos y demás serán removidos a su debido tiempo. Aunque el aprovechamiento forestal no es un objetivo en la ordenación de estas áreas dedicadas a centros de recreo tampoco debe pretender creerse que el bosque sea virgen ni necesariamente tratar de conservar una gran parte de éste en esas condiciones. La salud del rodal es su característica estética más importante.

Mucho hay que hacer para enseñarle al público a apreciar el bosque. Un pequeño museo recientemente establecido en un sitio céntrico del Area de Recreo de La Mina ha despertado el interés del público, a quien debe proveérsele literatura descriptiva relacionada con el área, información adicional mediante conferencias alusivas debidamente programadas y cortos recorridos demostrativos por el área.

Los desarrollos de tipo recreacional que se recomiendan aquí tienen en mente principalmente a la población local. Esto nos parece apropiado en vista de la falta de facilidades para recreo al aire libre en la isla y la densa población que necesita de este tipo de diversión. Sin embargo, los planes actuales del gobierno insular en cuanto a la expansión del negocio turístico cuentan con las Montañas de Luquillo como un centro de atracción y por lo tanto deben tomarse en cuenta. El hotel antes mencionado ha sido

propuesto primordialmente como una atracción al turista del exterior. Hay otras facilidades turísticas que deben estar disponibles. Si el negocio turístico requiere otras facilidades sería deseable desarrollar otras áreas enteramente para ellos.

Cultivo Agrícola

En las Montañas de Luquillo la órbita del cultivo agrícola está delimitada por factores tanto físicos como económicos. Los factores físicos, con carácter de permanencia, proveen las limitaciones más estables. En la parte central de la cadena montañosa la necesidad de proteger las cuencas hidrográficas excluye la deforestación debido a la precipitación elevada y a la inclinación. Las tierras llanas de las alturas no pueden cultivarse agrícolamente por falta de drenaje. El suelo somero y los afloramientos imposibilitan el cultivo en grandes extensiones de terreno. No hay duda que el área central de las montañas es terreno forestal. Sin embargo, en la periferia, en las laderas inferiores y en las faldas de las montañas se ha cultivado y se sigue cultivando a pesar del rápido escurrimiento del suelo. La planicie costanera que la rodea es una región agrícola que se cultiva intensamente. La zona crepuscular, donde las condiciones físicas son marginales para el cultivo, el cultivo agrícola sólo es posible en los valles estrechos.

Es de poca utilidad aquí el criterio económico que se usa por lo general para diferenciar la tierra agrícola de la tierra forestal. En suelos comparables los ingresos que se derivan de la agricultura son extremadamente variables y los que pudieran obtenerse del cultivo forestal son desconocidos. El nivel de vida relativo de los agricultores en diferentes áreas nos da una clave, ya que es tan poco satisfactorio en toda la isla. Los índices tales como la falta de pago de contribuciones, el abandono de las fincas y la migración están todos tergiversados debido a la tremenda presión de la población. Las condiciones son malas pero ello no implica que no ocurra lo mismo en el resto de la isla. El uso actual de la tierra puede darnos una clave pero no es un patrón consistente. La

pobreza de la población hace imperativa la producción de alimento a cualquier costo. Además, los que cultivan el suelo no lo poseen, así es que poco les importa lo que le sobrevenga en el futuro. Como más del 80 por ciento de la población se mantiene primordialmente del trabajo fuera de la finca el terreno "submarginal" puede cultivarse periódicamente por período indefinido, meramente como fuente suplementaria de ingreso. Un laboreo de subsistencia de este tipo provee más a la comunidad local que el cultivo comercial, si se toma en cuenta la pobre calidad de los suelos y su dispersa distribución.

Teóricamente, en esta zona crepuscular entre bosque y agricultura, cada hectárea debe ser considerada individualmente y dedicada al uso particular que sea más beneficioso. Sin embargo, en la práctica, este grado de refinamiento no es posible con la información a mano. El cálculo de beneficios de bosque y agricultura debe basarse en un número de acepciones discutibles. ¿Qué cultivos deben usarse como base? ¿Cuál será la intensidad de cultivo a que se someterá el área? ¿Cómo compararán los rendimientos y beneficios agrícolas futuros con los pasados? ¿Cuáles serán los probables rendimientos forestales? ¿Cuál es el valor de los beneficios intangibles del bosque? ¿Cuál es la superficie necesaria para una agricultura eficiente en comparación con un cultivo forestal eficiente? Un cambio por ligero que sea en la contestación que se asume a cualquiera de esas preguntas puede afectar materialmente a la clasificación del terreno. Es deseable valerse de lo que se conozca sobre estos factores pero la decisión final en cuanto a cualquier hectárea específica debe ser algo arbitraria y será sujeta a cambios según varíen las condiciones económicas y posiblemente según aumenten los conocimientos relativos a las prácticas de conservación de suelo.

Debe preferirse el cultivo agrícola en caso que sea práctico bajo una base permanente aunque sólo sea porque provee empleos más productivos que el bosque.

El área que nos ocupa es marginal para la

mayoría de las cosechas agrícolas comerciales. La rotación de cosechas puede que sea necesaria siempre en todas las cosechas limpias y por lo tanto los cultivos de ladera y el pastoreo merecen consideración porque protegen el suelo y le extraen comparativamente poco. Una cosecha de ladera que es muy importante desde el punto de vista de conservación del suelo es el café. El café, junto con su cosecha hermana el cacao, fueron los primeros cultivos efectuados en gran parte del área pero esto ya casi ha desaparecido. Las razones son diversas y no puramente económicas. El café de la Hacienda Catalina en las laderas del norte tenía fama por su calidad. El abandono de ese cultivo tuvo lugar durante los primeros treinta años de este siglo, aparentemente como resultado de falta de mercado y daños por ciclones. Sin embargo, cualquiera que fuere la causa, parece existir poca esperanza hoy día de que se expanda su cultivo. La tendencia es hacia menos y menos acreaje dedicado a su cultivo. El futuro de la producción de café radica en el cultivo más intensivo en las mejores áreas disponibles, que están en las montañas centrales y occidentales.

El pastoreo, cuya acción es más benigna sobre el suelo y puede que se adapte a las laderas inferiores, ha sido poco utilizado, solamente para la vaca de leche de la familia. Probablemente resultaría difícil dedicar una porción grande de este área a la ganadería debido a la distribución geográfica discontinua de las tierras aptas para ese propósito. Requeriría mucho capital extraño y la cooperación de cientos de agricultores pequeños. Estos obstáculos aunque no son invencibles obscurecen un poco los proyectos para el futuro cercano.

La densidad de la población ha forzado a casi todas las fincas de Luquillo a producir cosechas agrícolas para consumo local. Según aumentaba la población, cualquier cosa comestible aumentaba en valor. Los ingresos para otras necesidades provenían del trabajo efectuado fuera de la finca bien fuera en el bosque, en la carretera o en la caña. Este es patrón natural y lógico dadas las

circunstancias.

Si el laboreo agrícola ha de continuar produciendo principalmente el alimento de consumo local las prácticas agrícolas pueden predecirse con alguna exactitud como base para determinar su permanencia en diferentes áreas. La consideración primordial en la decisión en cuanto a cuales tierras pueden cultivarse permanentemente no es la posibilidad técnica de las prácticas de conservación de suelos sino sus probabilidades. Tomando en cuenta la negligencia en el actual cuidado del suelo sería infantil esperar que se sigan buenas prácticas de conservación de suelos a través del área antes de pasados diez años más o posiblemente una generación más. Estas áreas marginales no justifican tanto como las tierras más productivas la inversión en conservación de suelos.

Como en los cultivos agrícolas se continuará abusando del suelo por muchos años aún, sería deseable cultivar sólo aquellas áreas que puedan soportar ese abuso por algún tiempo. Esto significa que deben dejarse de cultivar algunas tierras que en futuro podrían utilizarse, cuando haya seguridad de mejor cuidado del suelo o cuando el suelo haya descansado. Estas áreas deben dedicarse a pastos o bosques.

El cultivo agrícola en esta zona crepuscular es hoy día muy intensivo para poder continuar en la escala actual, por lo menos fuera del Bosque Nacional. Tomando en cuenta el área montañosa globalmente, hay unas 640 hectáreas de tierra que parece puedan cultivar permanentemente unas 9.000 personas o sea a razón de 0,4 hectáreas por familia (Véase la fig. 1). Toda esta tierra debe usarse para cultivo agrícola. La emigración es deseable si hay oportunidades en otros sitios, pero debe ser un movimiento voluntario. Mientras tanto, la laguna puede llenarse con un programa acelerado de desarrollo de otros recursos naturales.

La experiencia con familias campesinas en el bosque público originó las siguientes conclusiones generales que parecen básicas en la elaboración de las políticas que deben gobernar la utilización futura de las tierras de las montañas (5):

1. Cerca o dentro de los confines del área montañosa se necesita una pequeña población que pueda utilizarse en las labores forestales.

2. El número de habitantes permanentes en las montañas no debe exceder del que pueda realmente mantenerse permanentemente del empleo que haya en el área. Cualquier esfuerzo por mantener allí un número mayor resultaría en perjuicio del bosque, del suelo o de ambos.

3. Los trabajadores rurales por lo general exigen un predio de terreno para cultivo en dondequiera que vivan.

4. Las tierras de la zona montañosa capaces de producir cosechas agrícolas y soportar el cultivo continuo rinden más en esa utilización que bajo cultivo forestal y por lo tanto deben utilizarse en esa forma. Será de mayor beneficio a la comunidad la producción de cosechas alimenticias de consumo en el hogar.

5. Parecen bastante balanceados los ingresos provenientes del trabajo dividido entre laboreo agrícola y trabajo remunerado efectuado fuera de la finca.

Debe investigarse el sistema conocido como taungya, en su aplicación a la regeneración forestal. Puede que ayude a la población durante el período de reducción en la intensidad del cultivo agrícola. Este sistema, desarrollado hace muchos años en la India y practicado con éxito en Trinidad, es una combinación ingeniosa de cultivo nómada, una práctica pantropical y la reforestación. Las áreas que han de reforestarse se cultivan agrícolamente entre las líneas de árboles hasta que éstos dominan, o sea durante un período de dos a tres años. El cultivo de las cosechas conlleva el desyerbo de la plantación que es con frecuencia la parte más costosa de la reforestación. Después que los árboles dominan el agricultor abandona el predio y repite el proceso en otro predio. El sistema le ofrece un buen comienzo a las plantaciones, con pocos gastos y permite al agricultor usar tierras nuevas frecuentemente, de igual manera que si no hubieran restricciones.

Minería

En el presente, no hay actividad minera en las Montañas de Luquillo y la actividad futura depende completamente de los resultados de la exploración que en la actualidad también está inactiva. Como la ubicación de la actividad minera está gobernada por la localización de los depósitos, obviamente es imposible delimitar las áreas a dedicar a esta utilización. Por lo general se excluyen otros usos de las cercanías inmediatas de las minas.

La búsqueda de depósitos minerales significa posibilidad de nuevos recursos y debe estimularse. Reconociendo el hecho de que la exploración y explotación minera puede menoscabar o destruir el valor de las áreas reservadas para otros usos restrictivos tales como estudio ecológico, propagación de vida silvestre, conservación del agua y áreas de recreo, por lo tanto la búsqueda y extracción de metales debe controlarse para reducir el daño a un mínimo. Deben limitarse las pertenencias mineras al área más pequeña posible que sea necesaria para extraer los depósitos conocidos. Si la explotación de los depósitos es marginal económicamente debe darse preferencia a otros usos de la tierra.

Utilización del Viento

El desarrollo de energía eléctrica originada por el viento ha resultado práctica en ciertas partes del mundo. En Puerto Rico aún no se ha tratado pero los registros de velocidad del viento en los Picos Gemelos indican que puede exceder al mínimo requerido: 32 kilómetros por hora en un 40 por ciento del tiempo (4). No se ha estudiado la uniformidad de la velocidad del viento. El desarrollo de energía eólica que requiere la exposición de turbinas grandes y costosas puede resultar poco práctica debido al peligro de huracanes. Por el contrario tiene a su favor que no es originada por un número limitado de represas que pueden deteriorarse por sedimentación.

Las Montañas de Luquillo proveen las situaciones más prometedoras de la isla en lo que respecta a vientos de altura. Las crestas y picos entre los Pináculos y el Monte

Britton y entre el Pico Este y el Pico Oeste están expuestos al libre azote de los vientos del este. Los Picos Gemelos son un blanco natural del viento cerca del vértice de dos crestas altas, lo cual crea el efecto de embudo. Para desarrollar la energía eólica se precisan mayores investigaciones.

Las tierras que se sugieren para las pruebas de energía eólica están todas en áreas críticas de cuencas hidrográficas. Por lo tanto, cualquier desarrollo debe hacerse con un mínimo de disturbio a la vegetación y al suelo. Cualquier construcción de carretera debe planearse con cuidado y cuidarse también de la estabilización del suelo expuesto. Las propias turbinas, localizadas en torres en lo alto no requieren ningún tipo de cuidados que puedan perjudicar el valor protector de cuencas hidrográficas. Este desarrollo no afectaría ningún otro recurso de importancia, excepto posiblemente la recreación. Sólo las cresterías se adaptan al desarrollo de la energía eólica de modo que en esos sitios las posibilidades recreativas tendrían que asumir un rol secundario pero como las turbinas no requieren grandes superficies el conflicto sería mínimo.

Producción Maderera

La vegetación climácica de toda la zona montañosa de Luquillo, con la posible excepción de algunos picos y barrancos rocosos, es el bosque, que produce árboles de tamaño comerciable en todos sitios excepto en aquellos más expuestos que sólo constituyen el 3 por ciento del área total. Por lo tanto la selección de las áreas más aptas para el cultivo forestal no puede basarse en si se obtiene o no madera de buen tamaño sino que depende de donde mayor sea el rendimiento. Se han recogido muy pocos datos en cuanto a los rendimientos relativos en diferentes partes del bosque, pero probablemente la fluctuación no esté claramente definida excepto de un tipo forestal a otro. Por lo tanto la reserva de 3.890 hectáreas para los usos más restrictivos anteriormente descritos fué efectuada lógicamente sin antes tomar en cuenta la producción maderera. La madera que pueda haber en las reservas pa-

ra otros usos es en su mayoría de inferior calidad, situada en sitios remotos y no reduce potencialmente la producción maderera que puede contar con unas 15.528 hectáreas o sea el 80 por ciento del área montañosa (Véase la Fig. 1).

La producción maderera no es el uso exclusivo a derivarse del bosque. Aún en las áreas donde mejor se produce la madera, la conservación del agua es de importancia coordinada. El grado de conflicto que existe entre la producción maderera y la conservación del agua no está claramente dilucidado de manera que debe practicarse la corta conservadora hasta que se conozcan los efectos sobre la calidad del agua. Puede que a veces sea posible hacer más flexibles las restricciones sobre la corta para proveer mayor margen a la práctica selvicultural si se requiere para mayor rendimiento maderero. En el área de refugio de vida silvestre propuesta debe excluirse la corta hasta que se conozca mejor el tipo de ambiente más favorable a la vida silvestre. Para esa fecha puede que la corta forestal sea deseable y debe practicarse como un uso subordinado sujeto a las limitaciones originadas por las necesidades de la vida silvestre. En el Área de Recreo de la Mina y en las fajas boscosas de alineación a lo largo de las carreteras la utilización maderera también es subordinada. El área futura de recreo en el Valle Hicaco arriba la utilización maderera puede que sea eventualmente más restringida.

Una parte de las 15528 hectáreas disponibles para producción maderera puede que nunca se ordenen para ese propósito debido a su baja productividad o a su inaccesibilidad o ambas condiciones. La productividad por lo general disminuye según aumenta la elevación, teniendo lugar un cambio abrupto a los 600 metros en la transición entre el tipo tabonuco y el tipo colorado o el palmar. El tipo tabonuco está por lo general más asequible que cualquiera de los otros dos. Los rodales más prometedores son por lo general los del tipo tabonuco a baja elevación, luego le siguen los rodales más asequibles de los tipos palmar y colorado. Los rodales menos asequibles en estos últimos tipos pue-

de que nunca sean de índole práctica para el aprovechamiento maderero y puede que continúen indefinidamente como simples bosques protectores.

Existe conflicto en varios aspectos entre la producción maderera y otros tipos de utilización de la tierra, porque requiere la modificación del bosque climácico en densidad y composición, para acelerar el incremento y mejorar la calidad. Para ello es imprescindible la construcción y conservación de una red de carreteras y caminos para extraer los productos forestales. En su peor aspecto la explotación forestal puede destruir la belleza estética del bosque, puede ser perjudicial a las cuencas hidrográficas y posiblemente exterminar las especies raras de pájaros. En su mejor aspecto ninguna de estas posibilidades ocurre necesariamente.

La producción maderera en las Montañas de Luquillo debe encaminarse, hasta donde no lo limite el conflicto razonable con otras formas de utilización de la tierra, hacia un máximo rendimiento sostenido de productos forestales para la población local. Esto requiere la corta de árboles extramaduros de los rodales actuales, la protección continua del suelo y el incremento máximo en calidad. Si es posible las industrias forestales existentes deben conservarse a flote particularmente si son de importancia para la estabilidad de la comunidad.

En resumen, la clasificación de las tierras de las Montañas de Luquillo que aquí se ha propuesto segrega el área de la siguiente forma según los usos principales:

Uso	Area	Por ciento
Hectáreas		
Investigación en Bosque Virgen	840	4
Vida Silvestre	1284	7
Conservación de Agua y Areas de Recreo	1168	6
Cultivo Agrícola	600	3
Madera	15528	80
	19420	100

En futuros artículos de esta misma serie se discutirá el desarrollo del área de producción maderera.

(La literatura citada entre paréntesis aparece al final del texto en inglés).

Trial Planting of Large Leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla* King)*

Felix O. Chinte

Philippine Islands

Introduction

The successful introduction of large leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Philippines opens possibilities of growing the species on a large scale and eventually exporting true mahogany. To make this a reality, extensive studies of the culture of the species are essential. The problems of raising the seedlings in the nursery, field planting, control of possible pests and diseases, and the cultural treatments for the optimum growth and development of the species must be thoroughly solved. Its range of adaptability to Philippine conditions must be known to avoid unnecessary efforts in establishing plantations where the species would not thrive.

Attempts were made to describe the species, and to present the history of planting, silviculture, growth and yield and damage to nursery and plantation.

Description of the Species

The genus *Swietenia* was described by Jacquin in 1760. (26) Over a century later King described *Swietenia macrophylla*, based on trees in the Botanic Garden at Calcutta, India, grown from seeds reportedly from Honduras. It is believed that the name Mahogany, presumably a term of native origin, was used by the English settlers to avoid confusion with *Cedrela* and *Juniperus*. The first recorded use of the word was in 1671 and was spelled "Mahogeny". The word was spelled in various ways as Mahogony, Mohogony, Mehogony, Mehogenny and Mahoginy. The word "Mahogany" appeared for the first time about 1724. In the United

Kingdom, the species is known as Honduras or British Honduras Mahogany; also as Costa Rica Mahogany, Guatemalan Mahogany, Mexican Mahogany, Nicaraguan Mahogany, Panama Mahogany, Tabasco Mahogany, Baywood.

Range and habitat.—*Swietenia macrophylla* King is found in regions with abundant rainfall from Yucatan Peninsula through Central America into Colombia and Venezuela, and also in Peru and extreme western Brazil. (26) The species exists in Bolivia down to 17° 55' S. (13). The geographical range of the species approximately covers from 30° N to 17° 55' S of the equator. The altitudinal range in Bolivia varies from 200 to 1500 meters above sea level. (13)

The species flourishes in wet regions, sometimes in swamps, but often on well drained slopes which receive abundant rainfall. (28) It thrives best in Bolivia on areas with permeable and firm soil near, but not along, banks of rivers, associated with *Calophyllum brasiliense* Camb., *Hura crepitans* L., *Amburana cearensis* (Fr. Allen) A. C. Sm., *Virola sebifera* Aubl. and also *Cedrela* spp. It is cultivated in botanic gardens of Trinidad, Buitenzorg, and Calcutta and is used to reforest open lands in the Philippines.

The tree.—The average size of the tree in Bolivia varies from 30 to 35 meters high and from 80 to 160 centimeters in diameter with straight bole of from 12 to 20 meters. In exceptional cases, trees range from 45 to 60 meters high and from 250 to 350 centimeters in diameter. This tree reaches the height of from 80 to 100 feet with a diameter of from 4 to 6 feet in Central America. (30) It is heavily buttressed, but above the buttress, it has a straight bole of from 40 to 60 feet or more. The distribution of

* Taken from: Philippine Journal of Forestry, Vol. 6, No. 4, Fourth Quarter, 1949.

merchantable trees in Bolivia is 2 to 3 to a hectare and very rarely, 12 to 27. Sometimes they are in small groups, but such groups may exist at about two kilometers apart.

Seeds and seed production.—In Honduras large trees bear flowers during the rainy season. (15) In the Philippines they bloom during the dry season, March to April, sometimes extended up to May, after the new leaves have fully developed. The fruit, a large woody capsule containing many winged seeds, matures from December to February and remains attached to the tree mostly unopen up to March.

Studies of seed production by individual tree show that a 17-year old tree in the Makiling National Park produces 210 fruits. (5) At Camp 7, Minglanilla, Cebu, the 337 trees produced 968 liters of seeds in 1947. From the biggest tree, 52 centimeters in diameter, 209 fruits were collected. Planted trees in Makiling National Park begin to bear fruit at the age of from 9 to 10 years and practically every year thereafter.

An examination of 34 fruits taken at random from the 1948 crop in the Makiling National Park shows that an average fruit has a volume of 403 cc. and weights 403 grams, with 51 viable seeds weighing 35 grams. One liter contains an average of 190 seeds with wings and weighs 100 grams. Fruits collected at Camp 7, Minglanilla, Cebu, contain an average of 57 seeds to a fruit, while in Caniaw Reforestation Project, 64 seeds is the average. This goes to show that at least 50 viable seeds are available for reproduction from a fruit of large leaf Mahogany.

HISTORY OF PLANTING

Makiling National Park, Los Baños, Laguna.—On June 6, 1913 some 1012 seeds were received from Royal Botanic Garden, Sibpur, Calcutta, India, of which 880 seeds were sown on June 7, 1913 in nursery beds and bamboo pots without treatment. Germination started after 6 days and the total germination obtained was 50 per cent. A year

after, some of the seedlings were transplanted 2 m. X 2 m. in Hectare C and in mixture with taluto (*Pterocymbium tinctorium* (Blanco) Merr.). The following year, another planting at 2 meters intervals was made in Hectare 1-A in a single row and between small leaf Mahogany (*Swietenia mahogani* Jacq.) and molave (*Vitex parviflora* Juss.). Seedlings raised from seeds of these trees were planted in 1928 in single row at 2 meters interval in Hectare 1-A and as windbreak in three rows about one meter spacing between plants, along the boundary of the College of Agriculture and Forestry. In 1933 a regular plantation in pure stand, 2 m. X 2 spacing was made in Boot Valley.

Camp 7, Minglanilla, Cebu.—Seedlings used in this reforestation project were raised from seeds gathered from trees in the Makiling National Park, Los Baños, Laguna. Recorded plantings were those of 1928 and 1929. Three places were planted, namely: (a) along the roadsides below the Forest Station, (b) along a creek on a level plain called Mahogany Grove and (c) on a 30° slope, near the Forest Station with northern exposure. Plantings in subsequent years were in scattered places, and in groups of 50 to 80 trees along creeks.

Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur.—Planting materials in this project were also from the Makiling National Park, Los Baños, Laguna. Records of planting in the project were lost during the war except that of 1932. The seedlings were set out in the plantation at 2 m. X 2 m. spacing and in pure stand. Near the Station Office, large leaf Mahogany was planted in mixture with molave (*Vitex parviflora* Juss.), bagilumbang (*Aleurites trisperma* Blanco) and *Cynometra* spp.

Climate and Soil

Makiling National Park, Los Baños, Laguna.—The plantation under study is on the northern slopes of Mount Makiling at an elevation of about 100 meters. Its climate may be classified under that of the first climatic type with a tendency to be that of the third climatic type. While in the surrounding

lowlands dryness prevails from February to April, rain falls once in a while in the locality. Greater amount of rain falls during the months of July, August, and September. From 1927 to 1931 the average annual rainfalls at elevation of 80 meters and 100 meters were 182 centimeters and 199 centimeters respectively.

Temperature measurements at elevation of 80 meters show an average monthly maximum temperature of 40.4° C. and an average monthly minimum temperature of 23.7° C. during the period from July, 1913 to January, 1915, while the average daily maximum and minimum temperatures were given as 35.2° C. and 25.8° C., respectively.

The soil is of volcanic origin. Layers of volcanic tuff, which are mixed with layers of soil may be many meters thick, are frequently found near the surface. The layers near the surface, however, are usually thin, soft and very much broken. Such layer, about 30 centimeters thick, is frequently found about 30 centimeters below the surface. Analysis made indicated that the tuff can disintegrate into a fertile soil.(33) The moisture-holding capacity of the soil at 100 meters elevation (about the place of the plantation) was found to be 89.8 per cent.(4) The total range of soil moisture throughout the year up to 30 centimeters deep varies from 23.3 to 42.6 per cent.

Camp 7, Minglanilla, Cebu.—The Camp has an elevation of about 450 meters above sea level. The climate is that of the third climatic type (no very pronounced maximum rain period, but there is a short dry season lasting only from one to three months). Based on 32 years observation in Cebu the rainfall averaged 155.29 centimeters annually.(32) The heaviest rainfall is in October, due not only to depressions and typhoons, but also to the start of the northeasterly winds.

The monthly mean temperatures in centigrade at Cebu based on 16 years observation are as follows: January, 26.0; February, 26.0; March, 26.8; April, 27.7; May, 28.1; June, 27.8; July, 27.4; August 27.5; Septem-

ber, 27.3; October, 27.1; November, 26.8; and December, 26.5; with an annual mean of 27.1. For the same period, the yearly mean maximum temperature was 33.8° C. and the yearly mean minimum was 20.4° C., the average range of temperature being 13.4° C. The soil is clay to clay loam.

Caniao Reforestation Project, Ilocos Sur.—This project is of the first climatic type (distinct dry and wet seasons). From December to April, the region is practically dry. Rain begins to fall in May and reaches its maximum in August. The total average annual rainfall for a period of 32 years at Vigan as reported by the Weather Bureau was 273.98 cm.

The average monthly temperatures in centigrade at Vigan (mean of 13 years) are as follows: January, 25.4; February, 25.6; March, 26.9; April, 28.1; May, 28.6; June 28.1; July, 27.2; August, 26.8; September, 27.0; October, 27.2; November, 26.9; December, 26.1; with an annual mean of 27.0. The soil is sandy loam.

Silviculture of the Species

Natural reproduction.—In the Makiling National Park, the species reproduces itself profusely from seeds. In fact, sufficient natural reproduction meets the demand of planting materials for reforestation and cooperative planting work of the Bureau of Forestry. When left alone, the open lands near the planted trees may eventually become a Mahogany plantation.

Conditions obtaining in British Honduras require limited opening of canopy and removal or thinning of the undergrowth to secure successful reproduction.(20) Favorable conditions for mahogany regeneration are produced by cutting the forest growth and burning it on the ground, the cost of this operation being recoverable by raising agricultural crops. To obtain successful results, it is important that the seedlings be given ample top light as soon as they reach the established stage. In the establishment of a mahogany forest, (26) three methods of silviculture are employed in Honduras,

namely: (a) underbrushing through the selected areas to favor existing regeneration or to form a seedling felling; (b) abundant regeneration is saved by improvement during the first two years after exploiting the area, and the old trees are replaced by a large stock of seedlings; and (c) "Taungya" or the planting of shifting-cultivation areas with mahogany. The natives do all the seed collecting, nursery work, and the transplanting of seedlings and enjoy free rent of their land in return.(26) Young seedlings are distinctly sensitive to strong light. The practice will probably be to dibble in a year after the planting of the catch crop, so that some measure of protection will be afforded by the development of the second growth.(29)

A study of coppice reproduction of the species was made.(22) Of the 295 stumps inspected 81 per cent produced sprouts. Young trees show greater sprouting ability than older ones.

Preliminary study shows that the cuttings produced sprouts with survival from 16-36 per cent after 2½ months. Production and survival of sprouts by diameter classes (1 to 7 centimeters) do not vary significantly.

Seed storage and sowing.—The seed of this species, if not properly stored, loses its viability in 45 days. However, when stored in cans with powdered charcoal and buried 40 centimeters deep in the ground, the viability may be lengthened to 132 days with 70 to 72 per cent germination.(14) A ripening period of at least two days when the seed is out of the capsule and eight days when inside the capsule is essential. A depth of from 4 to 8 centimeters was found favorable to seed germination, a depth of 8 centimeters being the best as it gives the maximum germination.(24) At Camp 7, Minglanilla, Cebu, 3 to 5 centimeters depth of covering the seed was adopted; while in Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur, it was 5 to 7 centimeters. Size of seeds was found a factor in the rate of percentages of seeds germination.(6) Large seeds give 90.8 per cent germination; medium size

seeds, 86.6 per cent; and small size seeds, 79.1 per cent. Transplanting the seedlings into nursery rows is not an essential operation of this species.

Shipping and storage of seedlings.—A test made in the Division of Forest Investigation, Los Baños, Laguna, on the resistance of the species to withstand storage, shows that seedlings 21 to 84 centimeters high can be stored for three weeks and still have an average survival of 73 per cent.(8) The percentage of survival increases with the height of the seedlings; for example 21 to 36 centimeters, 60 percent; 37 to 52 centimeters, 72.8 per cent; 53 to 68 centimeters, 83.0 per cent; and 69 to 84 centimeters, 94.6 per cent.

Development of seedlings in nursery.—Excessive heat is detrimental to the development of the seedlings. It prevents the seedlings from appearing above the surface of the ground.(24) In British Honduras, young mahogany seedlings are distinctly intolerant of strong light.(29) However, once the seedlings have started their growth and with good density in the seedbeds, under conditions obtaining in the Makiling National Park, development is very fast. After about a year the seedlings are ready for field planting. Differences in the rate of growth of seedlings were found affected by the size of the seeds sown. Larger seeds produce healthier and faster growing seedlings and better developed root system than smaller seeds.(6) It is desirable to plant the seedlings rather than as transplants.

Field planting.—The seedlings are generally set out in the field 2 meters X 2 meters during the rainy season by bare root method of planting. Direct seeding, earth-ball method and potted plants are used to a limited extent. The seedlings are dibbled with the use of sharpened stick or mattock, depending upon the character of the site for planting. Seedlings planted vary from 40 to 100 centimeters high. Seedlings of these heights are the best for field planting.(9) In Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur, potted plants with average height of 52 centi-

meters showed higher percentage of survival than smaller seedlings. In Lagangilang Reforestation Project, Abra, field planting of large leaf mahogany seedlings gave a survival of 69 per cent with bare-root method and 77 per cent with earth-ball method.

Cultural treatments.—The success of establishing a mahogany plantation under conditions obtaining in the Makiling National Park requires cleaning around the plants at least twice a year for a period of two years after planting. This will give the young plant sufficient time to adjust itself to the new environment and compete with fast growing grasses and other miscellaneous species. Once the plantation is established, thinning or pruning, as the case may be, should be conducted. In the present plantation, there are poorly shaped trees which need to be removed for the improvements of the better trees. Experience shows that even if the trees are properly spaced, there are individuals which produce unnecessary branches. On the other hand, trees probably of different strain, produce long clear boles even when grown in the open.

Growth and Yield

Rate of growth.—Results of planting show favorable rates of growths and development in different areas planted. Trees, 35 and 36 years old, have average diameters of 51.3 centimeters and 50.3 centimeters, and average heights of 21.0 meters and 21.3 meters, respectively (Table 1). These rates of growth compare favorably with, or are better than most of our native commercial species. In Camp 7, Minglanilla, Cebu, the species attains a diameter ranging from 23.3 to 37.9 centimeters and a height of from

14.3 to 14.7 meters at the age of 21 years in varying situations. In Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur, 18 years-old trees attain an average diameter of 20.9 centimeters and an average height of 13.6 meters. At Trinidad and Tobago, this species produces a girth of three feet (approximately 29 centimeters in diameter) at the age of 30 years.(15) This means a much lower rate of growth than trees planted in the Philippines. The mean annual diameter growth of the species varies from 1.40 to 1.73 centimeters at the Makiling National Park, Los Baños Laguna; from 1.13 to 1.86 centimeters at Camp 7, Minglanilla, Cebu; and 1.14 centimeters at Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur (Table 1). From these figures, large leaf Mahogany appears to have found a new home in the Philippines.

Comparison of rates of growth.—In order to compare the rates of growth of the species in different localities, diameter growth was reduced to mean annual growth and statistically analyzed. Twice the standard error of the difference of two means was used as level of significance.(7) An analysis of the data presented in Tables 1 and 2, shows that, in general, younger trees in the Makiling National Park grow faster than the older ones and the difference is significant. Even those trees of different ages in the same area vary in diameter growth significantly. On the other hand, trees of the same age at Camp 7, Minglanilla, Cebu, show variation in growth. Those trees planted on a 30-degree slope grow much slower than those trees planted along the creek and roadside. This fact tends to show the influence of moisture as a factor in the establishment of mahogany plantation.

Table 1.—Average diameter and total height growth of *Swietenia macrophylla* King in different localities. (Crecimiento promedio en diámetro y en altura total de la caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) en diferentes localidades.)

Location (Localidad)	Age (Edad)	Diameter (Diámetro)	Total Height (Altura total)	Mean annual diameter growth (Crecimiento anual promedio en diámetro)	Basis (Base)
	Years (Años)	cm.	m.		No. of trees (Núm. de árboles)
1. Los Baños, Laguna	36	50.3	21.3	1.40	25
	35	51.3	21.0	1.46	25
	22	39.9	19.0	1.73	12
	22	37.1	16.6	1.69	32
Boot Valley (Rompeviento)	17	25.9	19.1	1.53	64
2. Camp 7, Minglanilla, Cebu (Campamento 7, Minglanilla, Cebu)	21	35.3	14.3	1.71	37
	21	37.9	15.3	1.86	36
3. Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur	21	23.3	14.7	1.13	38
	18	20.9	13.6	1.14	87

Table 2.—Significance of the difference between the average mean annual diameter growth of large leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) planted in the Makiling National Park. (Significación de la diferencia entre el crecimiento anual promedio en diámetro de la caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) plantada en el Parque Nacional Makiling.)

Areas compared (Areas comparadas)	Standard error of the difference between two means (Error tipo de la diferencia entre las dos medias.)	Actual mean difference (Diferencia media real)	Relationship 1/ (Relación)
1. Ha. C (36 years old) and Ha. 1-A (35 years old) (Ha. C (36 años de edad) y Ha. 1-A (35 años de edad))	0.073	0.06	Not significant (No significativo)
2. Ha. C (36 years old) and Ha. 1-A (22 years old) (Ha. C (36 años de edad) y Ha. 1-A (22 años de edad))	0.092	0.33	(Significant) (Significativo)
3. Ha. 9 (36 years old) and Windbreak planting (22 years old) (Ha. A (36 años de edad) y Rompeviento (22 años de edad))	0.067	0.29	(Significant) (Significativo)
4. Ha. C (35 years old) and Boot Valley (17 years old)	0.054	0.13	(Significant)
5. Ha. 1-A (36 years old) and Ha. 1-A (22 years old) (Ha. 1-A (36 años de edad) y Ha. 1-A (22 años de edad))	0.099	0.27	(Significant) (Significativo)
6. Ha. 1-A (35 years old) and Windbreak planting (22 years old) (Ha. 1-A (35 años de edad) y Rompeviento (22 años de edad))	0.076	0.23	(Significant) (Significativo)
7. Ha. 1-A (35 years old) and Boot Valley (17 years old)	0.066	0.07	Not Significant
8. Ha. 1-A (22 years old) and Windbreak planting (22 years old) (Ha. 1-A (22 años de edad) y Rompeviento (22 años de edad))	0.095	0.04	Not Significant (No significativo)
9. Ha. 1-A (22 years old) and Boot Valley (17 years old)	0.087	0.20	(Significant)
10. Windbreak planting (22 years old) and Boot Valley (17 years old) (Rompeviento (22 años de edad) y Boot Valley (17 años de edad))	0.058	0.16	(Significant)

1/ Level of significance used is twice the standard error of the difference between the two means compared or a probability of 95 per cent. (El nivel de significación usado es el doble del error tipo de la diferencia entre las dos medias comparadas o una probabilidad de 95 por ciento).

Table 3.—Significance of the difference between the average mean annual diameter growth of 21 year old large leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) planted in Camp 7, Minglanilla, Cebu. (Significación de la diferencia entre el crecimiento anual medio promedio en diámetro de caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) de 21 años, plantada en Campamento 7, Minglanilla, Cebu.)

Areas compared (Areas comparadas)	Standard error of the difference between two means. (Error tipo de la diferencia entre las dos medias.)	Actual mean difference (Diferencia media real)	Relationship 1/ (Relación)
1. Roadside and along Creek (Plantío de alineación y a lo largo de arroyo)	0.108	0.15	Not significant (No significativo)
2. Roadside and on 30° Slope (Plantío de alineación y 30° de inclinación)	0.082	0.58	Significant (Significativo)
3. Along Creek and on 30° Slope (A lo largo de arroyo y 30° de inclinación)	0.104	0.73	Significant (Significativo)

1/ Level of significance used is twice the standard error of the difference between the two means compared or a probability of 95 per cent. (El nivel de significación usado es el doble del error tipo de la diferencia entre las dos medias comparadas o una probabilidad del 95 por ciento).

Table 4.—Significance of the difference between the average mean annual diameter growth of large leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). Significación de la diferencia entre el crecimiento anual medio promedio de la caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King).

Areas compared (Areas comparadas)	Standard error of the difference between two means. (Error tipo de la diferencia entre las dos medias).	Actual mean difference. (Diferencia media real).	Relationship 1/ (Relación)
1. Los Baños, Laguna and Camp 7, Minglanilla, Cebu (Los Baños, Laguna y Campamento 7, Minglanilla, Cebu)	0.056	0.13	Not significant (No significativo)
2. Los Baños, Laguna and Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur (Los Baños, Laguna y Proyecto de Reforestación Caniaw Ilocos Sur)	0.043	0.55	Significant (Significativo)
3. Camp 7, Minglanilla, Cebu and Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur (Campamento 7, Minglanilla, Cebu y Proyecto de Reforestación Caniaw, Ilocos Sur)	0.059	0.42	Significant (Significativo)

1/ Level of significance used is twice the standard error of the difference between the two means compared or a probability of 95 per cent. (El nivel de significación usado es el doble del error tipo de la diferencia entre las dos medias comparadas o una probabilidad del 95 por ciento.)

Table 5.—Estimated stand volume of large leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Makiling National Park, Los Baños, Laguna. (Volumen de rodal de caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) en el Parque Nacional Makiling, Los Baños, Laguna.)

Areas (Areas)	Age (Edad)	Trees (Arboles)	Volume (Volumen)		
			Per tree (Por árbol)	Per hectare (Por hectárea)	
	Years (Años)	Number (Número)	Cu. m. (m ³)	Cu. m. (m ³)	Bd. ft. (Pies tablares)
Hectare C (Hectárea C)	36	156	0.79	123.24	52,253
Hectare 1-A (Hectárea 1-A)	35	123	0.68	83.64	35,463
Hectare 1-A (Hectárea 1-A)	22	228	0.37	84.36	35,769
Windbreak planting (Rompeviento)	22	228	0.28	63.84	27,068
Boot Valley	17	400	0.20	80.00	33,920

A comparison of the rate of diameter growth in the different reforestation projects was also undertaken. It will be noted in Table 4 that the rates of diameter growth of trees at Camp 7, Minglanilla, Cebu, and Makiling National Park, Los Baños, Laguna, do not vary significantly, while those trees planted in Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur, are growing significantly slower than those trees in the former two areas.

Again the influence of moisture as a factor in the rate of growth of large leaf mahogany is manifested. As already stated, Camp 7, Minglanilla, Cebu, is under a third climatic type; that is, with short dry season lasting only one to three months and Makiling National Park, Los Baños, Laguna, approaches this type, while Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur, is under the first climatic type; that is, distinct dry and wet seasons.

Field.—An evaluation of the present stands in the Makiling National Park was made to show the possible amount of timber available in similar stands. This was done by measuring the diameters of sample trees along the merchantable bole every 2.5 meters interval from diameter breast high, with the use of standard diameter tape. Remaining merchantable logs less than 2.5 meters were measured to the nearest meter together with their corresponding top diameter. After deducting the thickness of the bark, the volume of each 2.5-meter log, together with the extra log was computed based on the smaller diameter. The sum of the volume of each log plus the volume of the extra log constitutes the merchantable volume of a tree. Based on individual tree volume and on the estimated number of trees to a hectare, the stand was determined by the hectare. Volume in cubic meters was converted into board feet by multiplying it by 424 board feet (Table 5). These calculations show that the stand (123 to 156 trees), 35 to 36 years of age, varies from 83.64 cubic meters (35,463 board feet) to 123.24 cubic meters (52,253 board feet) and the younger stands (228 to 400 trees) 17 to 22 years old, from 63.84 cubic meters (27,068 board feet) to 84.64 cubic meters (35,769 board feet).

Damage to Nurseries and Plantations

One drawback to the establishment of mahogany plantations in the Philippines may be the occurrence of diseases and pests as experienced by other countries. In Java, the most serious pest is the top-borer, *Hypsipyla robusta* Moore, which retards the growth of the trees and make them crooked.(19) This borer also attacks the seeds. The pinhole borers of the twigs and the seedlings are species of *Xyleborus*. As a remedial measure, mahogany is planted in mixture with other species. The drastic removal of the overhead cover caused severe damage by insects to the seedlings in British Honduras. (1) Where the cover is dense the seedlings remain in a condition of stagnation.

An irregular broken canopy seems to give best results.

So far, no serious damage to large leaf mahogany trees has been noted in the Philippines. Seeds and fruits are attacked by *Diplodia* sp. after three weeks storage causing them to rot and their viability reduced.(2) On one occasion wilt disease caused by *Sclerotium delphinix* infected about 80 per cent of the seedlings in the nursery.(27) The occurrence of the disease was caused by thick sowing of the seeds and the existence of favorable temperature and humidity for fungus to develop.

Summary and Conclusion

1. *Swietenia macrophylla* King offers a bright prospect as a reforestation crop in the Philippines. Sufficient quantity of seeds and seedlings is available for large scale planting.

2. Seeds and seedlings can withstand storage thereby enabling their distribution among, and assuring successful survival in, the various reforestation projects.

3. The depth of soil, covering the seeds when sown, should be from 3 to 8 centimeters.

4. Partial shade is essential to better growth and development of the seedlings.

5. Seedlings, 40 to 100 centimeters high, are the best for field planting. Further investigation on larger seedlings as planting stock should, however, be conducted.

6. The mean annual diameter growth of 21 year-old trees in the Philippines varies from 1.13 to 1.86 centimeters.

7. Indications show that the species thrives best in areas with abundant rainfall distributed throughout the year.

8. Diameter growth of trees in Caniaw Reforestation Project, Ilocos Sur, is significantly slower than that of trees in the Makiling National Park, Los Baños Laguna, and Camp 7, Minglanilla, Cebu. Comparison of the rate of diameter growth in the latter two areas does not show any important difference. In general, younger trees in the Makiling National Park grow faster than the older ones and the difference is significant.

9. The number of trees and stock per hectare in the Makiling National Park vary from 123 trees containing 83.64 cubic meters (35,463 board feet) to 156 trees containing 123.24 cubic meters (52,253 board feet) for trees 35 to 36 years old, and 228 trees containing 63.84 cubic meters (27,068 board feet), and 84.36 cubic meters (35,769 board feet) for trees 17 to 22 years old.

10. Pests and diseases are at present not serious problems of large leaf mahogany trees in the Philippines.

REFERENCES

1. BELIZE, OLIPHANT, J. N.: British Honduras Annual Report of the forest trust for the year ended 31st March, 1946. pp. 24; 7½ x 13. Tropical Woods No. 9 (March 1, 1947) 21-22.
2. BERMILLO, T.: Seed storage study of large leaf Mahogany (Unpublished).
3. BROWN, W. H.: Vegetation of Philippine Mountains. The relation between the environment and physical types at different altitudes. Bureau of Printing, Manila (1919). pp. 423. Illustrated.
4. BROWN, W. H. and A. S. ARGUELLES.: The composition and moisture content of the soils in the types of vegetation at different elevations of Mount Maquiling. Phil. Jour. Sci. Sec. A 12 (1917) 221-232.
5. CHINTE, F. O.: Mahogany trees in the Philippine Islands. Makiling Echo XI (1932) 3: 162-163.
6. FABIA, M. P.: Comparison of the germination and growth of different sizes of large leaf mahogany seeds. Unpublished.
7. FORSAITH, C. G.: Statistics for Foresters. Tech. Pub. No. 62. The New York State College of Forestry, Syracuse University. (1913) pp. 69.
8. GAMBOA, T. L.: Storage test of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) seedlings of different sizes. Unpublished.
9. GUZMAN, M. DE: Field planting mahogany (*Swietenia macrophylla* King). Unpublished.
10. HOWARD, A. L.: A manual of the timbers of the world. Their characteristics and uses. London. MacMillan and Co., Ltd. 3d ed. (1948) 317-348.
11. ILLUSTRISSIMO, J.: Reforestation work in the Province of Cebu. Makiling Echo X (1931) 3: 27-37.
12. ILLUSTRISSIMO, J.: Early expression of dominance in mahogany seedlings. Makiling Echo XIV (1935) 4: 255-266.
13. IRMAY, H. DE: La Caoba en Bolivia, *Swietenia macrophylla* King. Boletín Forestal No. 1 (1948). Imprenta Universitaria Cochabamba, Bolivia.
14. LOPEZ, M.: Storage and germination of large leaf Mahogany seeds. Phil. Jour. For. 1 (1938) 397-410.
15. MARSHALL, R. C.: Notes on silviculture of the more important timber trees of Trinidad and Tobago with information on the formation of woods. Pub. by Forest Dept. Trinidad (1930) p. 50. Tropical Woods No. 27 (Sept. 1, 1931) 29.
16. MCNEILL, W. M.: Notes on exotic forest trees in Ceylon, Colombo, Ceylon Govt. Press (1935), pp. 7; 6 x 9¼. Tropical Woods No. 45 (March 1, 1936) 35.
17. MELVILLE, R.: A list of true and false mahoganies. Kew Bull. of Miscellaneous Information 3 (1936) 193-210. Tropical Woods No. 48 (Dec. 1, 1936) 45-46.
18. NATONTON, J. M.: Some properties of the seeds of large leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). Unpublished.
19. NOLTEE, A. C.: *Swietenia mahogani* Jacq. en *Swietenia macrophylla* King. No. 15 Med. Van het Proefstation Voor het Boschwezen, Buitenzorg, Java (1926) pp. 125; 7 x 10½; 30 half-ton plates. Tropical Woods No. 9 (March 1, 1927) 24-25.
20. OLIPHANT, J. N.: The cultivation of mahogany in British Honduras. Papers Third Brit. Emp. Forest Conference (1928) pp. 517-524. Tropical Woods No. 19 (Sept. 1, 1929) 43.
21. OMPAD, L.: Propagation of large leaf mahogany by cutting. Unpublished.
22. ORDOÑEZ, O. C.: Coppice reproduction of large leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). Unpublished.
23. PONCE, S.: Mahogany as reforestation crop. Makiling Echo XII (1933) 1: 13-33.
24. QUIMPO, T.: Effects of depth of cover on germination of large leaf mahogany. Makiling Echo XVI (1937) 3: 199-211.
25. RECORD, S. J.: Trees in Honduras. Tropical Woods No. 10 (June 1, 1927) p. 30.
26. RECORD, S. J.: and R. W. HESS: Timbers of the new world. New Haven Yale University Press (1927) p. 366-374.
27. ROLDAN, E. F.: Forest tree diseases. Forestry Leaves I (Sept. 1946) 2: 13-14.
28. STANDLEY, R. C.: Notes on Mexican trees. Tropical Woods No. 21 (March 1, 1930) p. 6-7.
29. STEVENSON, N. S.: Silvicultural treatment of mahogany forests in British Honduras. Empire Forestry Jour. 6 (1928) 2: 219-227. Illustrated. Tropical Woods No. 14 (June 1, 1928) pp. 40-42.
30. Timber Development Association, Ltd., 75 Cannon Street, London, E. C. 4: Mahogany Central America. Timber Leaflet.
31. VADIL, D. A.: Correlation of the merchantable height and the diameter of the crown of mahogany (*Swietenia macrophylla* King.) Unpublished.
32. Weather Bureau: Climate of the Philippines. Bureau of Printing Manila (1939) pp. 31.
33. WEST, A. P., and A. J. COX: Burning tests of Philippine Portland Cement raw materials. Phil. Jour. Scie. Sec. A 2 (1914) 9-79.

(Traducción del artículo anterior)

Siembra de Prueba de la Caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King en Filipinas) *

Introducción

El éxito de la introducción de la caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) en las Filipinas habilitaría posibilidades de cultivar la especie en gran escala y eventualmente poder ser exportador de la caoba verdadera. Para que ésto se convierta en realidad es esencial efectuar estudios extensos sobre el cultivo de esta especie. Deben resolverse todos los problemas sobre prácticas de vivero, plantación en el campo, control de posibles plagas y enfermedades y el tratamiento cultural para lograr el desarrollo óptimo de la especie. Su gama de adaptabilidad a las condiciones filipinas debe conocerse para evitar esfuerzos innecesarios en el establecimiento de las plantaciones en sitios donde no puede prosperar.

Se hicieron esfuerzos por describir la especie y presentar la historia de la plantación, selvicultura, crecimiento y rendimiento y daños en vivero y en plantación.

Descripción de la Especie

En 1760 Jacquin (26)** describió al género *Swietenia*. Más de un siglo después King descubrió a *Swietenia macrophylla* según especímenes del Jardín Botánico de Calcuta, India, provenientes de semilla que según informes era de Honduras. Se cree que el nombre de "mahogany", al parecer de origen nativo, fué usado por los colonizadores ingleses para evitar confusión con *Cedrela* y *Juniperus*. La primera vez que se usó el término según los registros fué en 1671 y se escribía "mahogony". Luego la palabra se escribió de diversas formas incluyendo: mahogony, mohogony, mehogony, mehogenny, mahagoni y mahoginy. La palabra "mahogany" apareció por primera vez para 1724. En el Reino

Unido la especie se conoce con el nombre de "Honduras mahogany" o "British Honduras mahogany" y también como "Costa Rican mahogany", "Guatemalan mahogany", "Mexican mahogany", "Nicaraguan mahogany", "Panama mahogany", "Tabasco mahogony" y "baywoods".

Distribución y habitat.—*Swietenia macrophylla* King se encuentra en regiones de precipitación abundante, desde la península de Yucatán a través de América Central hasta Colombia y Venezuela y también en Perú y el extremo occidental del Brasil (26). La especie se encuentra en Bolivia hasta los 17° 55' S. (13). La distribución geográfica de la especie se extiende aproximadamente desde 30° N hasta 17° 55' S. del ecuador. La distribución altitudinal en Bolivia fluctúa desde 200 hasta 1500 metros sobre el nivel del mar (13).

La especie prospera en sitios húmedos, algunas veces pantanosos, pero más a menudo en laderas bien drenadas que reciben precipitación abundante (28). En Bolivia medra en áreas con suelo permeable y firme, cerca pero no a lo largo de las márgenes de los ríos, en asociación con *Calophyllum brasiliense* Camb., *Hura crepitans* L., *Amburana cearensis* (Fr. Allen) A. C. Sm., *Virola sebifera* Aubl. y también *Cedrela* sp. Se cultiva en los jardines botánicos de Trinidad, Buitenzorg, y Calcuta y se usa para reforestar tierras desnudas en las Filipinas.

El árbol.—El tamaño promedio del árbol en Bolivia varía entre 30 y 35 metros de altura y entre 80 y 160 centímetros en diámetro con un bolo recto de 12 a 20 metros. En casos excepcionales el árbol fluctúa entre 45 y 60 metros de altura y 250 a 350 centíme-

* Tomado del "Philippine Journal of Forestry" Vol. 6, Núm. 4, p. 313-326, 1949.

** La literatura citada entre paréntesis aparece al final del texto en inglés.

tros de diámetro. Este árbol llega hasta una altura de 80 a 100 pies, con un diámetro entre 4 y 6 pies en América Central (30). Tiene potentes raíces zanco pero sobre ellas se observa un bolo recto de 40 a 60 pies o más. La distribución de árboles maderables en Bolivia es de 2 a 3 por hectárea y muy raras veces de 12 a 27. Algunas veces se encuentran en pequeños grupos pero tales grupos pueden tener hasta dos kilómetros de separación entre sí.

Semillas y Producción de Semillas.—En Honduras los árboles grandes florecen durante la estación lluviosa (15). En las Filipinas florecen durante la estación seca entre marzo y abril, extendiéndose hasta mayo, después que las hojas nuevas se han desarrollado plenamente. La fruta es una cápsula grande y dura que contiene muchas semillas aladas, madura entre diciembre y febrero y permanece en el árbol casi sin abrirse hasta marzo.

Los estudios sobre producción de semilla por árboles individuales indican que un árbol de 17 años de edad en el Parque Nacional Makiling produce 210 frutas (5). En el Campamento 7, Minglanilla, Cebú, los 337 árboles produjeron 968 litros de semilla en 1947. Del árbol más grande, que tenía 52 cm. de diámetro se recogieron 209 frutas. Los árboles sembrados en el Parque Nacional Makiling comienzan a echar fruto de los 9 a los 10 años y prácticamente todos los años subsiguientes.

Un examen de 34 frutas cogidas al azar de la cosecha de 1948 del Parque Nacional Makiling muestra que la fruta promedio tiene un volumen de 403 cc. y pesa 403 gramos, con 51 semillas viables que pesan 35 gramos. Un litro contiene un promedio de 190 semillas aladas y pesa 100 gramos. Las frutas recogidas en el Campamento 7, Minglanilla, Cebú, contienen un promedio de 57 semillas por fruta mientras que en el Proyecto de Reforestación Caniaw el promedio es de 64 semillas. Esto quiere decir que de cada fruta hay por lo menos 50 semillas viables de caoba hondureña.

Historia de la Plantación

Parque Nacional Makiling, Los Baños, Laguna.

El 6 de junio de 1913 se recibieron unas 1012 semillas del Jardín Botánico Real de Sibpur, Calcuta, India, de las cuales el 7 de junio de 1913 se sembraron 880 en eras de vivero y potes de bambú, sin ningún tratamiento previo. La germinación dió comienzo a los seis días y el por ciento de germinación fué de 50 por ciento. Un año más tarde algunos de los semillones fueron transplantados 2 m x 2 m en la Hectárea C en mezcla con taluto (*Pterocymbium tinctorium* (Blanco) Merr.) Al año siguiente se hizo otro plantío a 2 metros de separación en la Hectárea 1-A en una sola línea entre caoba dominicana (*Swietenia mahogani* Jacq.) y molave (*Vitex parviflora* Juss.) Los semillones obtenidos de semillas de esos árboles fueron plantados en 1928 en líneas sencillas a dos metros de separación en la Hectárea 1-A y como rompeviento en tres hileras con espaciamiento de un metro entre arbolitos a lo largo de las colindancias del Colegio de Agricultura. En 1933 se hizo en el Valle Boot una plantación regular en rodal puro, con espaciamiento de 2 m. x 2 m.

Campamento 7, Minglanilla, Cebú. Los semillones usados en este proyecto de reforestación provenían de semilla recogida de los árboles del Parque Nacional Makiling en Los Baños, Laguna. Los plantíos se efectuaron en 1928 y 1929. Se sembró en tres sitios, es decir: (a) a lo largo de las carreteras más abajo de la Estación Forestal, (b) a lo largo de un arroyo en una planicie llana llamada Mahogany Grove y (c) en una ladera de 30°, cerca de la Estación Forestal, con exposición norte. Los plantíos en años subsiguientes se hicieron en sitios dispersos, en grupos de 50 a 80 árboles a lo largo de arroyos.

Proyecto de Reforestación Caniaw, Ilocos Sur.

El material de siembra en este proyecto era también del Parque Nacional Makiling, en Los Baños, Laguna. Los registros de los plantíos en este proyecto se perdieron durante la guerra excepto el de 1932. Los semillones se sembraron a espaciamiento de 2 m. x 2 m. en rodal puro. Cerca de la oficina de la Estación se sembró la caoba hondureña en mezcla con molave (*Vitex parviflora*

Juss.), bagilumbang (*Aleurites trisperma* Blanco) y *Cynometra* spp.

Clima y Suelo

Parque Nacional Makiling, Los Baños, Laguna.

La plantación bajo estudio está en las laderas norte del Monte Makiling a una elevación de cerca de 100 metros. El clima puede clasificarse como del primer grupo climático con tendencia hacia el tercer grupo. Aunque en las bajuras circundantes prevalece la sequía desde febrero hasta abril, a veces cae lluvia en la localidad en esa fecha. Cuando más llueve es en los meses de julio, agosto y septiembre. De 1927 a 1931 la precipitación anual promedio a elevaciones de 80 metros y 100 metros fué de 182 y 199 centímetros respectivamente.

Las lecturas de temperatura a una elevación de 80 metros muestran una temperatura máxima mensual promedio de 40,4° C y una temperatura mínima mensual promedio de 23,7° C durante el período comprendido entre julio de 1913 y enero de 1915, mientras que la máxima y mínima diaria promedio fué de 35,2° y 25,8° C respectivamente.

El suelo es de origen volcánico. Las capas de tufa volcánica, que se mezclan con capas de suelo pueden ser de muchos metros de espesor y se encuentran frecuentemente cerca de la superficie. Sin embargo, las capas cerca de la superficie son por lo regular finas, suaves y bastante quebradas. Esa capa, de unos 30 cm. de espesor se encuentra frecuentemente a 30 cm. bajo el nivel del suelo. Según los análisis efectuados la tufa puede desintegrarse en suelo fértil. (33) La capacidad retentiva de humedad del suelo a 100 metros de elevación (o sea más o menos donde está la plantación) era de 89,8 por ciento. (4) La humedad edáfica hasta 30 centímetros de espesor varía entre 23,3 y 42,6 por ciento a través del año.

Campamento 7, Minglanilla, Cebú. Está situado en una elevación de alrededor de 450 metros sobre el nivel del mar. El clima es igual al del tercer grupo climático (no hay período lluvioso muy pronunciado pero hay una sequía corta que dura de uno a tres me-

ses). Según observaciones basadas en 32 años la precipitación anual promedio en Cebú era de 155,29 centímetros. (32) La precipitación mayor tiene lugar en octubre, debido no sólo a depresiones y tifones sino que también al comienzo de los vientos del nordeste.

Las temperaturas mensuales promedio en Cebú a base de 16 años de observaciones fueron como siguen (en grados centígrados): enero 26,0; febrero 26,0; marzo 26,8; abril 27,7; mayo 28,1; junio 27,8; julio 27,4; agosto 27,5; septiembre 27,3; octubre 27,1; noviembre 26,8 y diciembre 26,5; con promedio anual de 27,1. Para el mismo período la temperatura media máxima anual fué de 33,8° C y la mínima media anual fué de 20,4° C, siendo la fluctuación promedio en temperatura de 13,4° C. El suelo es de arcilla a arcilla lómica.

Proyecto de Reforestación Caniaw, Ilocos Sur.

Este proyecto está situado en zona del primer tipo climático (estación seca y húmeda bien delimitada). De diciembre a abril la región está prácticamente seca. Las lluvias empiezan a caer en mayo y llegan a un máximo en agosto. En Vigan la precipitación total anual promedio para un período de 32 años, según informes del Negociado del Tiempo, fué de 273,98 cm.

Las temperaturas mensuales promedio en grados centígrados en Vigan (medias de 13 años) fueron como sigue: enero 25,4; febrero 25,6; marzo 26,9; abril 28,1; mayo 28,6; junio 28,1; julio 27,2; agosto 26,8; septiembre 27,0; octubre 27,2; noviembre 26,9 y diciembre 26,1; con una media anual de 27,0. El suelo es arenoso-lómico.

Selvicultura de la Especie

Reproducción natural. En el Parque Nacional Makiling la especie se propaga profusa y naturalmente por semilla. De hecho, hay suficiente material natural de propagación para suplir la demanda por material de siembra para el proyecto de reforestación del Servicio Forestal. Cuando no se perturban, las áreas desnudas situadas cerca de los árboles plantados pueden eventualmente convertirse en plantaciones de caoba.

Según las condiciones de Honduras Británica para lograr buena reproducción se requiere limitación en la abertura del dosel y remoción o aclareo del sotobosque.(20) Se logran condiciones favorables para la regeneración de la caoba cortando el bosque y quemando los residuos, recuperándose el costo de esta operación mediante el cultivo agrícola. Para obtener resultados satisfactorios es importante que los arbolitos reciban amplia luz vertical tan pronto llegan a la etapa del establecimiento. En Honduras, al establecer un bosque de caoba, (26) se emplean tres métodos selviculturales, es decir: (a) cortar la maleza en áreas seleccionadas, para favorecer la regeneración existente; (b) después de explotar un área se mejora favoreciendo la regeneración durante los dos años subsiguientes y los árboles viejos son reemplazados por gran número de arbolitos y (c) el sistema "taungya", intercalando cultivos agrícolas con la siembra de caoba. Los nativos recogen la semilla, hacen los trabajos de vivero y trasplante a cambio de usar la tierra gratuitamente (26). Los arbolitos son muy sensibles a la luz intensa. La práctica a preferir sería sembrar los arbolitos de caoba un año después de la cosecha intercalada de manera que tuviesen alguna protección de parte del crecimiento secundario. (29)

Se hizo un estudio de la reproducción por brotes de esta especie.(22) De los 295 tocones examinados el 81 por ciento había brotado de cepa. Los árboles jóvenes tenían mayor capacidad para producir brotes que los más viejos.

El estudio preliminar indica que la supervivencia de los brotes era de 16-36 por ciento al cabo de 21½ meses. La producción y supervivencia de los brotes según la clase diamétrica (1 a 7 centímetros) no varía significativamente.

Almacenaje y siembra de la Semilla.

La semilla de esta especie pierde su viabilidad en 45 días si no se almacena debidamente. Sin embargo, si se almacena en latas con carbón en polvo y se entierran 40 centímetros bajo el suelo la viabilidad dura

hasta 132 días, con un 70 a 72 por ciento de germinación. (14) Es esencial un período de maduración de por lo menos dos días cuando la semilla está fuera de la cápsula y ocho días cuando aún está en la cápsula. Para una germinación favorable la profundidad de siembra debe ser de 4 a 8 centímetros, siendo éste último el que da mayor germinación. (24) En el Campamento 7, en Minglanilla, Cebú, se adoptó una profundidad de siembra de 3 a 5 centímetros mientras que en el Proyecto de Reforestación de Caniaw la profundidad adoptada fué de 5 a 7 centímetros. Se encontró que el tamaño de la semilla era un factor determinante en el porcentaje de germinación.(6) Las semillas grandes dieron un por ciento de germinación de 90,8; las semillas medianas 86,6 por ciento y las semillas pequeñas 79,1 por ciento. El trasplante de los semillones en el vivero no es esencial para esta especie.

Transportación y almacenaje de arbolitos.

Una prueba efectuada en la División de Investigación Forestal en Los Baños, Laguna, sobre la resistencia de las especies a las incidencias del almacenaje indican que los arbolitos de 21 a 84 cm. de alto pueden almacenarse por 3 semanas conservando aún un por ciento de germinación de 73 por ciento.(8) El porcentaje de supervivencia aumenta con la altura del arbolito; por ejemplo de 21 a 36 centímetros es de 60 por ciento; de 37 a 52 centímetros es de 72,8 por ciento; de 53 a 68 centímetros 83,0 por ciento y de 69 a 84 cm. 94,6 por ciento.

Desarrollo de los arbolitos en el vivero.—El calor excesivo es perjudicial al desarrollo de los arbolitos porque interfiere con la aparición de la planta sobre la superficie del suelo.(24) En Honduras Británica los semillones de caoba no toleran luz intensa (29). Sin embargo, una vez que los semillones han comenzado a crecer y si la densidad es buena en las eras el desarrollo es muy rápido según las condiciones prevalecientes en el Parque Nacional de Makiling. Al cabo de un año los semillones están listos para la siembra en el campo. Se encontró que las diferencias en el compás de crecimiento de los se-

millones estaban afectadas por el tamaño de las semillas usadas. Las semillas más grandes producen semillones más saludables, de crecimiento más rápido y con mejor sistema radical que las semillas más pequeñas. (6)

Siembra en el Campo. Por lo general la siembra en el campo se lleva a cabo a un espaciamiento de dos metros x 2, durante la época lluviosa y a raíz desnuda. La siembra directa, la siembra con cepellón y la siembra en potes se usan poco. Los semillones se siembran en hoyos con un palo puntiagudo o con un zapapico, dependiendo del sitio. La altura de los semillones varía entre 40 y 100 cm. En el Proyecto de Reforestación de Caniaw las plantas en pote, con altura promedio de 52 centímetros mostraban un porcentaje de supervivencia mayor que los semillones más pequeños. En el Proyecto de Reforestación de Lagangilang en Abra la siembra en el campo usando el método de raíz desnuda dió una supervivencia de 69 por ciento y con el método de cepellón dió una supervivencia de 77 por ciento.

Tratamientos Culturales. El éxito en el establecimiento de la caoba bajo las condiciones imperantes en el Parque Nacional de Makiling requiere que se limpie alrededor de las plantas por lo menos dos veces al año durante los dos años que siguen a la siembra. Esto le da a la planta el tiempo suficiente para adaptarse al nuevo ambiente y competir ventajosamente con las yerbas de rápido crecimiento y con la demás vegetación. Una vez establecida la plantación deben hacerse podas y aclareos según sea el caso. Para mejorar el rodal deben eliminarse los árboles mal formados. La experiencia indica que aunque los árboles estén debidamente espaciados hay individuos que producen ramas excesivas. Por el contrario, hay árboles que aún en campo abierto producen bolos rectos y limpios.

Crecimiento y Rendimiento

Compás de crecimiento. Los resultados de los plantíos indican que el crecimiento y desarrollo en diferentes áreas ha sido favorable. Los árboles tienen 35 y 36 años de edad,

tienen diámetros promedio de 51 y 50,3 cm. y alturas promedio de 21,0 y 21,3 metros respectivamente (Véase la tabla núm. 1 en el texto en inglés). Este compás de crecimiento compara favorablemente con el de la mayoría de las especies comerciales nativas. En el Campamento 7, Minglanilla, Cebú, la especie alcanza un diámetro que fluctúa entre 23,3 y 37,9 centímetros y una altura de 14,3 a 14,7 metros a la edad de 21 años y bajo condiciones variadas. En el Proyecto de Reforestación Caniaw en Ilocos Sur los árboles de 18 años han alcanzado un diámetro promedio de 20,9 centímetros y una altura promedio de 13,6 metros. En Trinidad y Tobago esta especie alcanza un diámetro de 29 cm. a la edad de 30 años. (15) Esto significa un compás de crecimiento mucho más lento que el logrado en las islas Filipinas. El crecimiento anual medio en diámetro varía entre 1,40 y 1,73 cm. en Makiling; de 1,13 a 1,86 cm. en Cebú y de 1,14 cm en Ilocos Sur (Véase la tabla núm. 1 del texto en inglés). Según estas cifras la caoba ha encontrado un nuevo hogar en las Filipinas.

Comparación en el compás de crecimiento. Para comparar el compás de crecimiento de la especie en diferentes localidades el crecimiento en diámetro se redujo a términos de crecimiento anual medio y se analizó estadísticamente. (7) Un análisis de los datos presentados en las tablas 1 y 2 (véase el texto en inglés) muestran que en general los árboles más jóvenes del Parque Nacional Makiling crecen más ligero que los más viejos y la diferencia es significativa. Aún aquellos árboles de edades diferentes en la misma área varían significativamente en crecimiento. Por el contrario, los árboles de la misma edad en Cebú muestran variación en crecimiento. Los árboles plantados en una ladera de 30 grados de inclinación crecen más despacio que los sembrados a lo largo de arroyos o de carreteras. Este hecho tiende a mostrar la influencia de la humedad como factor importante en el establecimiento de una plantación de caoba.

También se llevó a cabo una comparación en el compás de crecimiento en los diferentes

proyectos de reforestación. En la tabla núm. 4 puede verse que el compás de crecimiento en Cebú y Laguna no varía significativamente mientras que en Ilocos Sur crecen mucho más lentamente que en las dos áreas anteriores. Otra vez se manifiesta la influencia de la humedad sobre el compás de crecimiento de la caoba. Como se dijo antes en Cebú el tipo climático es el tercero; es decir con una época seca corta que dura sólo de 1 a 3 meses pero Ilocos Sur es del tipo climático primero, con una estación seca y otra húmeda bien marcadas.

Rendimiento. Se hizo una valoración de los rodales en el Parque Nacional Makiling para determinar la cantidad de madera disponible en rodales similares. Esto se hizo midiendo los diámetros de árboles a intervalos de 2,5 metros a lo largo del bolo. El resto del bolo menor de 2,5 metros se midió por metros completos, junto con el diámetro de la extremidad. Después de deducir el espesor de la corteza se computó el volumen de cada troza de 2,5 metros, además de la troza adicional y menor de 2,5 metros, a base del diámetro menor. La suma del volumen de cada troza más el volumen de la troza menor de 2,5 metros constituye el volumen comerciable de un árbol. Se determinó el volumen del rodal por hectárea, basado en volúmenes individuales y en el cálculo del número de árboles por hectárea. El volumen en metros cúbicos se convirtió en pies tablares multiplicándolo por 424. Estos cálculos indican que el rodal (123 a 156 árboles de 35 a 36 años de edad) tienen un volumen de 83,64 a 123,24 metros cúbicos y los rodales más jóvenes (228 a 400 árboles de 17 a 22 años de edad) tienen de 63,84 a 84,64 metros cúbicos.

Enfermedades en Vivero y en Plantación

Un obstáculo en el establecimiento de las plantaciones de caoba en las islas Filipinas podría ser la aparición de enfermedades y plagas, según ha ocurrido en otros países. En Java la plaga más grave es la del taladrador *Hypsipyla robusta* Moore que retarda el crecimiento de los árboles y los torna torcidos. (19) Este taladrador también ataca las semillas. Los taladradores de los renue-

vos y de los semillones son especies de *Xyleborus*. Como una medida para remediar esta condición se siembra la caoba en mezcla con otras especies. En Honduras Británica(1) la remoción drástica de la cubierta superior causa graves daños a los semillones por parte de insectos. Cuando la cubierta forestal es densa los semillones se estancan en su crecimiento. Los mejores resultados se obtienen con un dosel irregularmente quebrado.

Hasta esta fecha no se ha notado en las Filipinas ningún daño grave en los árboles de caoba hondureña. Las semillas y frutas son atacadas por *Diplodia* sp. al cabo de tres semanas de almacenaje, ocasionándoles podredumbre y reducción en viabilidad(2). En una ocasión una enfermedad fungosa causada por *Sclerotium delphiniae* infestó cerca del 80 por ciento de los semillones en el vivero (27). La aparición de la enfermedad fué causada por regar mucha semilla junta y por condiciones de temperatura y humedad favorables para el desarrollo del hongo.

Resumen y Conclusiones

1. *Swietenia macrophylla* King ofrece brillantes perspectivas para la reforestación en las islas Filipinas. Hay suficiente cantidad de semillas disponibles para la siembra en gran escala.

2. Las semillas y semillones pueden almacenarse, lo cual facilita su distribución y supervivencia en los diversos proyectos de reforestación.

3. La profundidad a que deben regarse las semillas en el vivero es de 3 a 8 centímetros.

4. La sombra parcial es esencial al buen desarrollo de los semillones.

5. El mejor tamaño para trasplante de los semillones al campo es de 40 a 100 centímetros de alto. Sin embargo, deben hacerse otras pruebas usando semillones más grandes.

6. El crecimiento anual medio en diámetro de árboles de 21 años de edad en las Filipinas varía entre 1,13 y 1,86 centímetros.

7. Según indicios la especie prefiere áreas con precipitación abundante distribuída en todo el año.

8. El crecimiento en diámetro de los árboles en el Proyecto de Reforestación Caniaw en Ilocos Sur es significativamente más lento que el de los árboles en el Parque Nacional Makiling en Los Baños, Laguna y en el Campamento 7, Minglanilla, Cebú. La comparación del compás de crecimiento en diámetro en estas dos últimas áreas no muestra ninguna diferencia importante. En general, los árboles más jóvenes en el Parque Nacional Makiling crecen más rápidamente que los más viejos y la diferencia es significativa estadísticamente.

9. El número de árboles por hectárea en

el Parque Nacional Makiling varía entre 123 árboles con un volumen de 83,64 metros cúbicos hasta 156 árboles con un volumen de 123,24 metros cúbicos en rodales de 35 a 36 años de edad y para rodales de 17 a 22 años de edad el número de árboles por hectárea fluctúa entre 228 árboles con un volumen de 63,84 y 84,36 metros cúbicos.

10. En esta fecha las enfermedades y plagas no constituyen un problema serio de la caoba hondureña en Filipinas.

(Véase al final del texto en inglés la literatura citada entre paréntesis).

—ooOoo—

Reseñas Bibliográficas

En esta sección damos cuenta de los libros, revistas, folletos, artículos y demás publicaciones recientes recibidos en la Biblioteca de la Estación de Experimentación Forestal Tropical, principalmente los que se relacionan con la dasonomía y ciencias afines.

Libros

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas e Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala. L. H. Holdridge et al. **Los Bosques de Guatemala. Informe General de Silvicultura, Manejo y Posibilidades Industriales de los Recursos Forestales de Guatemala.** Costa Rica...1950.

Esta obra describe detalladamente los recursos forestales de las cuatro regiones fisiográficas de Guatemala: las tierras bajas de El Petén; las montañas centrales; la cordillera meridional y la planicie costanera. Además presenta una discusión de los suelos, clima, flora, base social y económica, comercio y sistemas de transporte.

Guatemala tiene un amplio radio de condiciones climáticas y una compleja y variada vegetación. Desde los bosques tropicales situados al nivel del mar el país asciende a una elevación de 4211 metros, con la subsiguiente variación en clima. También es variada la precipitación, desde áreas que reciben 4000 milímetros hasta 500 mm.

Las formaciones forestales descritas son las siguientes: (a) faja tropical, a menor elevación, con área de 62.000 kilómetros cuadrados (b) sabana tropical o bosque muy seco (zona más seca de Guatemala, donde la explotación de durmientes ha tornado el bosque en cactales, árboles espinosos y árboles y arbustos sin valor) (c) bosque seco tropical (en las bajuras del Pacífico) (d) bosque tropical húmedo (e) faja subtropical (f) bosque seco (g) bosque húmedo tropical de montaña (h) bosque extra-húmedo tropical (i) montaña baja tropical (j) faja de montaña (altitud media) (k) bosque húmedo (l) bosque extra-húmedo tropical de montaña y (m) faja de montaña.

Las coníferas son un elemento conspicuo de las tierras altas de Guatemala. De las varias coníferas el ciprés es la especie única más importante que existe hoy día.

Otra asociación compleja es el bosque tropical de hoja ancha representado por centenares de especies entre las que predominan la caoba (*Swietenia macrophylla* King), el cedro (*Cedrela mexicana* Roem), la primavera (*Cybistax Donnell-Smithii*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*), puxté (*Bucida buceras* L), kanxán (*Terminalia amazonia* (Gmel.) Exell. y otro.

La obra esboza un plan para la fotografía experimental aérea de los bosques tropicales latifoliados y los planes de ordenación para los distintos tipos de bosques, análisis de operación de aserraderos de árboles de hoja ancha, productos forestales, métodos de beneficio y protección forestal.

Guatemala progresa notablemente en selvicultura. Ya está funcionando un Servicio Forestal muy bien organizado y algunos particulares están llevando a cabo prácticas de selvicultura y ordenación pero aún queda por delante una formidable tarea no sólo en ampliar operaciones forestales sino en despertar interés por la protección de los bosques y su ordenación en la mayor parte del país. Guatemala tiene todavía riquezas enormes en sus bosques y si éstos se aprovechan bajo un plan de rendimiento sostenido, llegarían a ser elemento importante en su desenvolvimiento económico.

—ooOoo—

S U P L I C A

Suplicamos a nuestros amables lectores que se sirvan contestar nuestra carta de circulación adjunta, si es que desean continuar en nuestro fichero de envíos. Si no recibimos la circular debidamente contestada eliminaremos su nombre porque implicaría que no está interesado en continuar recibiendo el "Caribbean Forester".



PACIFIC OCEAN

MEXICO

UNITED STATES

GULF OF MEXICO

GUATEMALA
SALVADOR

HONDURAS
BRITISH HONDURAS

NICARAGUA
COSTA RICA

PANAMA

CARIBBEAN SEA

CUBA

JAMAICA

BAHAMA ISLANDS

HAITI

DOMINICAN REPUBLIC

PUERTO RICO

COLOMBIA

ATLANTIC OCEAN

VENEZUELA

TRINIDAD

GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA

BR. GUIANA

622
2023

The Caribbean Forester



LIBRARY
COMMUNICATIONS
★
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done towards this end through out the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dédiée a encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraïbe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte volontiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactylographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être adressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsabilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Forest management in the Luquillo Mountains, III-----93
Frank H. Wadsworth, Puerto Rico

Ordenación forestal en las Montañas de Luquillo, III-----120
(Traducción del artículo anterior)

Forest Management in the Luquillo Mountains. ★

III. SELECTION OF PRODUCTS AND SILVICULTURAL POLICIES

FRANK H. WADSWORTH

Tropical Forest Experiment Station, Puerto Rico

This is the third of a series of papers presenting the results of a study of the Luquillo Mountains of eastern Puerto Rico undertaken to determine an annual timber cutting budget for the Luquillo Division of the Caribbean National Forest. The first paper (Carib. Forester 12(3): 93-132) described the setting, the character of the Luquillo Mountains and their forest lands, the original resources, their past use, the remaining resources, and the needs of the dependent community. The second paper (Carib. Forester 13 (2): 49-74), using as a background the first, considered all desirable land uses within the Luquillo Mountains and presented a plan integrating these uses for greatest permanent benefit to the community. This paper considers some of the basic policies which should govern timber production, the land use proposed for nearly 39,000 acres, 80 per cent of the area.

Timber production, because of the importance of the time element, requires more stability of policy than most activities. Inconsistency in policy during the long period required to produce a tree may cause considerable loss. Policies must remain realistic, however, in an environment in which change is continuous. Occasional modification of policies is inevitable and desirable. The magnitude and frequency of these modifications can be minimized if original policies are based upon thorough study of all fundamental factors and a recognition of foreseeable trends. One general policy which is applicable to all timber production activities is the desirability of concentrating efforts on the most productive areas, where the greatest returns can be ex-

pected. Other policies are considered here in detail.

Selection of Products

The selection of products on which to concentrate in management should be based upon the demands of the market and the costs of production, including the time element. At the present time it is largely the market which must decide the products, as little is known of costs of production. The local market, which in itself is partly a function of supply, is generally good for forest products of all types. A foreign market exists for certain products. Considering timber products alone (for tree fruits have not proven successful as an orchard crop in the Luquillo Mountains), quality furniture wood brings the highest price today and appears to be most assured of future demand. Local consumption of furniture woods is at least 2,500,000 board feet annually, more than half of which must be imported. In addition, a large quantity of cheap wooden furniture is imported (\$1,640,000 worth in fiscal year 1949-50) because of the scarcity of local raw material. Foreign sources of the higher-quality tropical woods are being exploited without effective provision for future supplies so a local supply is desirable for domestic needs. Any eventual surplus might find a ready market in the United States.

Construction lumber is consumed in great volume. Imports for this purpose were 68,700,000 board feet in 1949-50. Demand for construction lumber can be expected to grow with population. The substitution of concrete houses for wood in the cities is at least partially offset by the use of more lumber in rural construction and the migra-

* In part extracted from a dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy at the University of Michigan.

tion from primitive rural houses to the wooden houses of the slums. The degree to which concrete construction will replace wood in the houses of the laborers of the city and in the rural areas is uncertain at present. This probably will depend to a considerable degree on the adoption of preservative treatment of wood.

The dependence of Puerto Rico upon outside sources for construction lumber began before local forests were scarce. There is reason to doubt that any large quantity of construction lumber, except possibly for beams, was ever extracted from local forests. The explanation is simply that the forests were so mixed, with so few species yielding or known to yield woods equal to the imported pine, that efficient production of cheap, uniform, construction lumber has never at any time been possible in Puerto Rico. Only the clearly superior local timbers could meet the competition of imported pine. Most of the better local timbers excelled only in durability. A few of these, together with the better furniture woods, were the only products for which demand would support the costly process of extraction and sawing on a single-tree basis.

Another major forest product is roundwood, which includes piling, oxcart tongues, railroad ties, poles, posts, and stakes. Local demand for these products is likely to continue high. The island is surrounded by seaports which require piling. The intensive agriculture makes large demands on the other products in this category. Local demand for these products seems sufficient to absorb all the production of the island for some years to come. Importation, except for the best grade of poles and piling, is generally prohibitive, because the weight and bulk of these products in relation to their value makes shipping costly. Posts and stakes will seldom pay their way many miles from the stump. A possibility of materially raising the value of such material lies in increasing decay and insect resistance by preservative treatment.

A fourth principal forest product is fuel-

wood, including its derivative, charcoal. The largest local market for fuelwood is in the rural areas, where it is an important cooking fuel. It is estimated that consumption for this purpose is about 1,000,000 cords annually. This demand should continue for decades despite migration to the cities and conversion to kerosene fuel in some rural areas. The only other important use of fuelwood is in bakeries. Most of these, however, are converting to types of ovens which consume oil, a more satisfactory fuel for this purpose. The scarcity, lack of uniformity, inconvenience of fuelwood and rising cost of cutting and transporting it has fostered conversion to oil and kerosene. The prospect of improvement in the quality of fuelwood is not such that a reversal of this trend can be expected. Moreover, once oil-burning or kerosene-burning equipment is installed, a return to wood fuel is unlikely in spite of the fact that petroleum products must be imported. Only an unforeseeable rise in their prices could stop this trend. Nowhere in the world has fuelwood built large industries. Wood pulp, in the form of paper and paper products is consumed in large quantities in Puerto Rico. It is a possible use for part of the material classed as fuelwood.

Charcoal, being lighter and less bulky per unit of heat produced, pays its way to the cities, where it is widely used for cooking fuel. It is also used by some of the rural people. Most of the farm laborers use fuelwood, which is cheaper where available. Cheap kerosene stoves are replacing charcoal stoves gradually. The actual rate is unknown but appears to have been comparatively rapid since the war. During the past three years 143,738 kerosene stoves were imported (16, 17, and 18). Charcoal, like fuelwood, has become more scarce and expensive, the latter chiefly due to the rising cost of labor. This has favored the conversion to kerosene. Kerosene is a cleaner fuel, and, despite the necessity of importation, appears destined to eliminate permanently a portion of the charcoal demand. Charcoal is produced today largely as a by-product

on coffee farms, which yield more than 2,000,000 sacks (of about forty pounds each) annually (19).

Timber production in the Luquillo Mountains, considering primarily the market, but also the present public forest ownership there and long-range governmental objectives, should be directed primarily toward furniture and construction wood for the following reasons:

1. The future demand for furniture and construction lumber is more certain than that for other forest products.
2. Disparity between local supply and demand is greatest for furniture and construction lumber.
3. Forests elsewhere in the island, more accessible to consuming centers, are meeting most of the local needs for polewood and fuelwood.
4. Most of the forest lands of the island will probably remain in private ownership. Private owners, interested in quick returns on their investments, will logically harvest their trees at an early age for polewood and charcoal. The government, which already owns most of the forests of the Luquillo Mountains, is not affected by such considerations, and can wait for the higher yields, higher quality, and the presumably higher return of longer rotations. Public forestry thus can complement rather than compete with private forestry.
5. No one area such as the Luquillo Mountains should expect to supply roundwood and fuelwood to any large portion of the island because of the economic limitations on shipment, at least until preservative treatment might give local poles an advantage over those elsewhere.
6. The forest of the Luquillo Mountains already contains species which produce timbers of proven value or promising for furniture and construction uses. The prospects of increasing their representation in the

forest through the elimination of other species and planting are good.

7. Tree species which produce furniture and construction woods are generally also suited for the smaller roundwood and fuelwood products needed in Puerto Rico. Their presence in the forest makes possible rapid conversion if the objectives should change.

The selection of furniture and construction woods as the goal of timber production is of some immediate significance to management, but in effect it may produce only a very gradual increase in these products as a portion of the total wood yield of the forest. At present only about 5 per cent of the cubic volume of the forest is suited for these products. The rest of the stand includes some small trees of saw timber species, but most of the volume will never be suitable for anything but roundwood and fuelwood. These inferior trees can be eliminated only gradually if the need for soil protection and uniformity of cutting rate are to be considered. Even if they were eventually all eliminated, leaving only species suited to the desired products, trees thinned from young stands, the branchwood from trees both large and small, and any hurricane damaged timber, all of which is roundwood and fuelwood material, would make up probably 60 per cent of the total yield. Moreover, on large areas of exposed slopes and ridges the Colorado and palm types are naturally so short and poor in development that saw timber production may never be practical.

The inescapability of a large proportion of fuelwood volume in the yield, regardless of the objectives of management and the character of the stands, is borne out elsewhere. About two-thirds of the wood cut throughout the world is for fuel. Even in Germany where forest management is advanced, the production of the state forests, which is directed toward saw timber, is 45 per cent fuel and fagot wood (11). A study in the United States (14) showed that even large trees may be less than 60 per cent saw

timber. Moreover, on the degraded soils of the Luquillo foothills saw timber cannot be expected from the first crop after reforestation. Here a short-rotation, rapid growing crop will probably make the best use of the land, as it will improve the soil, soon making it available for a second, better crop.

Roundwood, among secondary products, is preferable to fuelwood. Roundwood products generally bring a higher return, and some may be harvested as early as fuelwood. This circumstance is of significance throughout the forest. In parts of the Colorado type where the capacity of the site is such that trees of saw timber size are not produced or only after a rotation of excessive length, roundwood production should be the immediate goal of management. This is equally true wherever saw timber species are now absent, regardless of the site. Roundwood species should be favored over fuelwood species in all stands. In the reforestation of degraded sites where conditions are too adverse for saw timber species, certain roundwood species may be sufficiently hardy to survive and grow. Here again these are preferable to fuelwood species, even though the first crop may be of poor form, because they may subsequently naturally regenerate a better second crop.

The coordinate importance of watershed protection on all lands to be managed for timber may eventually prove of some influence in the selection of products. Saw timber production, requiring more disturbance of the soil as a result of skidding, may prove to be more in conflict with water production on critical areas than management for smaller products. On such areas the difference in returns between the two products may be insufficient to favor saw timber over roundwood, since these are also generally the poorer sites where a saw timber rotation may well be excessive.

Silviculture

The area available for timber production has been defined, the need for consideration

of watershed values has been brought out, and the goal in terms of the type of timber products has been decided upon. The next step in the determination of how to maximize production is to study the biological possibilities under existing economic conditions. Three steps are necessary: (1) determination of how the forest can be satisfactorily regenerated after harvesting; (2) the determination of methods of cutting which are practical, consistent with plans for regeneration, and rapidly improve the forest; and (3) the selection of the species to be favored.

At the outset it should be made clear that silvical knowledge is at present inadequate to provide a strong foundation for silvicultural practice. Silvical research is only about 13 years old in Puerto Rico. It is necessary to borrow heavily on published findings from elsewhere. Policies may change considerably in the near future as a result of new discoveries. For the present it is necessary to follow a conservative course in silviculture, leaning more heavily toward Nature's way than may prove desirable later.

Regeneration

The key to better yield from the forest is its regeneration. The regeneration of forest on bare lands, which are idle from the standpoint of forest production, must be accomplished. Regeneration is an equally important feature of management on lands now forested. In no part of the forest of the Luquillo Mountains are the quantity and composition of the young growth ideal. Improvement of the composition of the next forest crop by silvicultural means is one of the most promising approaches to greater productivity.

Bare lands in the Luquillo Mountains will all reforest naturally, since the climax vegetation is forest. These areas have generally been so changed, however, and are so adverse for tree growth that this process is slow in nature. It is true that almost any abandoned cleared area will become covered with brush in from two to five years, and

that forest of a sort will develop soon thereafter, but exposure, degraded soil, and competition from herbaceous plants will preclude the invasion of any but the most hardy tree species, which may be inferior to those which might be successfully established by planting. Many such species, because of small size at maturity, inferior wood, or inherent poor form, produce nothing of value, or fuelwood only. Natural succession to a highly productive forest of the better native species is slow, and, even with judicious silvicultural practice, probably would require at least three rotations.

The immediate establishment of the best tree species on bare land by planting would thus advance forest production many years. Bitter and very costly experience has shown, however, that the species most desired in the managed forest are adapted only to a shady habitat with a well developed forest soil and are not capable of becoming established on the exposed and degraded sites characteristic of abandoned cleared land. It is almost always necessary, therefore, to plant for the first rotation other tree species which are better adapted but which yield less. If no adapted species can be found which will yield better products than fuelwood, planting should not be done. Rather, the natural vegetation should be permitted to do the job, because it becomes established with only a minor cost, that of time.

The ecological approach to reforestation in the tropics is well described by Tansley et al. (24):

"The hypothesis of accelerated succession states that in the natural afforestation of difficult sites some species are pioneers and others are successors. It is not feasible by artificial means to bring in the successors in advance of the pioneers. It is possible, however, to accelerate the natural succession by mixed plantings of pioneers and successors and by appropriate thinning to complete the succession in the course of a single rotation."

This is "telescoped succession." Tansley

further concludes that the concept of a silvicultural stream is that the most effective silvicultural methods are those which proceed in the direction of natural succession of vegetation. This theory is generally supported by Indian experience. Thus the artificial introduction of the species of the next stage of a succession is more likely to succeed than that of other species of similar requirements to the existing species, or than that of the climax species. A less exacting nurse crop may be necessary in felled tropical evergreen forest to get the climax evergreen species reestablished, but whether naturally or artificially introduced this nurse crop can soon be gradually removed, or will in due course be largely crowded out by the climax species.

Auten (2) concludes as follows:

"The real problem in a region of abandoned land is not immediate reforestation, but soil building. Soil building must precede the productive forest... The limiting factor is soil moisture. Changing a soil from ecologically xeric to mesic condition presumes a litter cover and surface soil porosity capable of absorbing rain... Conifers and so-called weed species lower in the ecological scale may be used on dry sites to return a productive litter cover to the soil surface. When a litter cover is laid down and surface soil porosity developed, the productive forest can return either naturally or by planting."

According to Heiberg (10) this conversion may in some places be made as soon as the nurse crop reaches four to eight feet in height.

The rapid change in environment following the removal of tropical forest was shown in a study in Trinidad by Brooks (6) who found that the evaporating power of the air immediately increased about four and one-half times, insolation increased ten times, the range of temperature in the shade was doubled, and soil deterioration was pronounced after eight weeks.

Planting of bare land should be done at a close spacing to assure early canopy de-

velopment and the return of forest conditions. Spacings of five to eight feet each way are most satisfactory. Subsequent to planting, weeding is generally needed in an area of about eighteen inches radius around each tree until the trees are two feet above the herbaceous cover. Vine cutting may be necessary over a longer period until a closed canopy is formed.

The failure of plantation establishment with intercultivation (*taungya*) in Puerto Rico has been due chiefly to an inadequate knowledge of the site adaptability of trees. Many plantations started by this method did not form a forest cover before erosion had deteriorated the soil. The system itself, however, may not have been at fault. It should be attempted again when a rapid-growing tree species adapted to the special conditions has been found. For the present the system should be looked upon as a possible method for the reforestation of bare lands for the first time, rather than as a permanent regeneration technique, because it is not suited for forestry which maintains a continuous canopy. If in the future it is found that clear-cutting can be done without harmful results, *taungya* might become the favored method of regeneration.

The difficulties which attend the planting of even-aged pure crops in the tropical rain-forest zone in the West Indies tend to nullify the prospect that plantations may here, as in some other part of the tropics, produce more than natural forest. Careful study of the potentialities of natural methods of regeneration, at least in existing forests and also later in matured plantations, is warranted. Natural methods have the great advantage that they may be effective even when applied crudely, because nature is at least allowed to build the plant association in her own invariably successful way, even if the environment is imposed by man.

Natural regeneration should be a silvicultural goal in the Luquillo Mountains. Artificial regeneration should continue to be a subject of investigation for application where natural methods prove unsatisfactory.

Regeneration of the better tree species in rain forest takes place in nature under continuous partial shade. Apparently, therefore, the safest silvicultural systems to accomplish this end are shelterwood and selection. The shelterwood system is rejected at present, however, since it would require the cutting of all of the young trees of the stand in the absence of evidence to the effect that they will be promptly replaced by better trees. Moreover, a hurricane might easily convert a recently thinned shelterwood into a jungle of vine-entangled brushy regrowth which could not be easily converted to productive forest for many years.

An all-aged forest provides ample protection for the site: the larger trees become accustomed to winds, and a substantial understory could be expected to survive a hurricane and quickly fill in openings in the canopy. Should natural regeneration prove inadequate, the selection forest is well adapted for artificial regeneration beneath the canopy. As a rule, however, this should not be a problem, since all-aged stands sufficiently open for rapid increment provide enough light for the development of reproduction. Natural reproduction is generally adequate in amount in the Luquillo Mountains, and the better species have a fair representation. The regeneration problem is largely confined to the poor sites.

Underplanting, or artificially regenerating existing forests, is desirable under two conditions:

1. Where no reproduction exists nor can be obtained naturally within a reasonable period of time through silviculture.
2. Where the reproduction present or that which can be obtained naturally within a reasonable period of time is of undesirable species.

A "reasonable period of time," as here defined, should be no longer than five years, since the favorable canopy soil conditions created by partial cuttings largely disappear during that period.

Underplanting is still experimental in the

Luquillo Mountains, and should be tried only where the opportunity for success is exceptionally promising. It should be confined to the better sites, and it should be attempted only where the species planted is clearly superior to those of the present stand. Underplanting appears more promising in the tabonuco than in the colorado type. It is not believed justified at present where saw timber species cannot be established. The areas of highest priority are those where only fuelwood or poorer species are growing on a good site. If numerous saw timber species are already represented in the overstory underplanting can contribute comparatively little to stand composition.

Underplanting deserves further study. It presumably can have the same advantages as field planting on bare lands: it assures timely establishment of and good composition in the next stand. Close spacing of underplanted trees is not required, since the formation of a tree cover is no object, and side shade is adequate to assure good tree form without crowding. Moreover, if an all-aged forest is to be preserved, only a few trees are needed in any one age class. Frequent underplanting after short time intervals and at wide spacing are desired. Experience to date indicates that the logical time for such plantings is immediately after cutting, when the canopy openings, beneath which the trees should be planted, are obvious. Spacing of trees apparently need be no closer than 25 feet, or 70 trees per acre. The actual spot on which planting is done should be governed by canopy openings, and thus no attempt should be made to plant in orderly rows except where underbrush is so dense that this may make difficult the relocation of the trees for weeding. The underplanted trees will later become a part of the stand and develop as they would in nature but receive the benefits of timely release cuttings.

Methods of Cutting

The selection of methods of cutting should

be governed by a desire to regenerate the stand and to assure optimum development of the growing trees. Watershed protection and natural regeneration of the better species appear to require a continuous light forest cover, a many-aged forest, and probably eventually, the selection system of silviculture. For the present, however, before the forest can attain the orderly character of selection stands, silviculture must be concerned almost entirely with the improvement of the growing stock, in quantity, balance, and quality.

The selection system is believed to be the most satisfactory for Luquillo Mountain forests for reasons other than its continuous protection of the soil and the reproduction. All-aged stands are apparently somewhat more windfirm than even-aged stands. Clapp (8), in describing the 1937 hurricane in the north-eastern United States, stated that whereas uneven-aged stands lost nearly all of their large trees, even-aged stands blew down entirely wherever exposed. The large trees of uneven-aged stands are usually standing exposed and develop sufficient windfirmness to withstand moderate winds. The selection system produces more uniform growth rings than other systems due to early suppression and gradual release. This means uniformity also in wood strength, appearance, and shrinkage, characters which are all important in furniture and construction wood, the primary products proposed. The selection system need not result in serious damage to young growth if cutting is properly supervised. Moreover, all cultural work may be coordinated with harvesting in a single operation. The system makes use of the reproduction which can be expected to develop under well managed stands.

The selection system would seem the safest for the Luquillo Mountain area, in the absence of actual experience with any system, because it is the most natural system. Zon (29, p. 575) expresses well the basis for this philosophy: "The more complex the form of stand, the greater the range in the size of the trees, the greater the

mixture of species in the stand, the greater is the perfection with which the forest assures its well-being."

The main criticism of the selection system is its complexity. It requires exceptional judgment in marking and in guiding each tree through all stages of development. Some authorities consider the system so difficult to practice that they look upon it as merely an interim technique until some satisfactory form of even-aged forestry can be developed. This may be its role in the Luquillo Mountains if intolerant species, either native or exotic, prove to be the most productive and if other systems prove compatible with watershed protection. The shelterwood system might be found satisfactory in protected areas. It shows some promise in Trinidad on light soils (6) and in Malaya (1, 27). If the taungya system of regeneration proves successful in the future, some of the present objections to even-aged management would lose their weight. Whatever the final outcome, conversion of present stands first to a selection forest and then to an even-aged forest would be preferable to the sacrifice of several age classes today to create an even-aged forest, only to have to rebuild them later if reconversion were necessary.

Even-aged stands might eventually prove superior to all-aged stands in areas of the colorado type where there is a thick organic layer on the surface. This layer, which is apparently harmful or even toxic to tree roots, could be most effectively removed and prevented from re-forming by periodic clear-cutting, to be followed by planting of adapted tree species which produce litter which decays rapidly and is less apt to produce such a soil layer (if such species exist). It has been observed that this layer is less pronounced where the colorado forest has been heavily cut. Also, following clear-cutting, there is a tendency for species of the tabonuco type to invade, possibly a sign of site improvement.

The selection system presupposes the maintenance of a healthy basic stand, the

increment from which is harvested frequently. The optimum stand is that which provides the greatest sustained yield. The maintenance of a stand of optimum density, structure, and composition, then, represents the chief goal of silvicultural practice. Present knowledge of forestry in Puerto Rico is inadequate to provide a basis for more than tentative conclusions as to the nature of this optimum stand. However, because the statement of these conclusions is important as a guide, they are recorded here. These conclusions, based mostly upon extensive observations in the different forest types of the mountains, to which they appear equally adaptable, and upon analysis of permanent growth plot data, are as follows:

1. Density
 - a) Openings in the canopy of 20 feet or more in diameter permit undesirable development of vines and herbaceous vegetation to the detriment of future forest productivity (see Fig. 1).
 - b) The upper trees in the canopy should have 6 feet of clearance on all sides, or equivalent, if sufficient light is to enter the stand to keep the subordinate trees growing.
2. Structure
 - a) The stand should be balanced, that is, it should contain approximately equal basal area representation in all diameter groups.
 - b) The largest trees should not greatly exceed the minimum size requirements for saw timber, certainly no larger than 20 inches in diameter.¹
3. Composition
 - a) A mixed forest should be maintained for protection against epidemics, to provide flexibility to

¹ The diameter at maturity of trees which produce heartwood valuable for furniture but a perishable sapwood must obviously be larger than for construction timbers in which the sapwood may be as satisfactory as the heartwood. Trees of the latter species probably need not be grown to more than 16 inches in diameter. On sites where saw timber production is impractical the maximum size should be that needed for the largest practical product.

meet changing demands, and to make it possible to take advantage of new silvical knowledge regarding little-known species.

- b) Tree species of no present or foreseeable potential value, or usable only for fuelwood, should be considered undesirable and gradually eliminated from the stand.
- c) The representation of the best furniture and construction wood species should be maximized, except possibly among the young trees, many of which must be removed in thinnings before those selected for saw timber are ready for harvest. The better roundwood species might produce

greater yields from these thinnings than the saw timber species.

No present stands have all of these characteristics. Virgin forest ranges to more than twice the specified density, and may have as many as 20 trees per acre of more than the mature size of 20 inches in diameter. Cutover stands vary widely in density but average less than that specified. They have few trees larger than 20 inches in diameter, and there is generally a deficiency of trees above 12 inches. All stands, virgin or cutover, contain a large representation of trees of inferior species. In the cutover stands these are most prominent in the larger diameter classes. The better species are absent or rare in some areas.

The wide disparity between the actual condition of the forests and the apparent op-



Fig. 1.— The results of overcutting in tabonuco type forest. Large openings let in sufficient light for the rapid growth of herbaceous vines, which here have completely dominated the residual stand, setting back the growing stock several years. (Resultados de la corta excesiva en el bosque de tipo tabonuco. Los claros grandes admiten suficiente luz para el rápido crecimiento de herbáceas trepadoras que en este caso han dominado completamente al rodal residual retardando por varios años el crecimiento del diseminado.)

timum leads to a program of growing stock development through periodic improvement cuttings. Improvement cuttings for this purpose have been successful elsewhere. Stebbing (22), describing forestry in India, concluded that the crop can be immensely benefited by such operations, provided that they are carried out by officers who thoroughly understand the principles of thinning. Troup 25, p. lvi., also referring to Indian forestry, stated as follows:

"A provisional method of treatment, the main object of which is to utilize the available stock of mature and overmature trees of marketable species, while endeavoring to safeguard the future stock as far as possible, must continue in force for many years to come."

An improvement cutting in the extremely variable forest of the Luquillo Mountains will vary widely in its character from acre to acre. It should include, where necessary,

salvage, harvest, thinning, liberation, and cleaning, the relative emphasis dependent upon stand conditions.

The process of forest improvement takes time. The optimum stand cannot be attained in one cutting, because the desired trees are usually not present. Optimum stand density can be achieved immediately, however wherever present density is excessive. This should be a prime objective of first cuttings regardless of the degree to which structure and composition can be improved. Thinning of dense stands to only 60 square feet of basal area per acre has not perceptibly accelerated erosion, even on loose quartz soils. Betterment of structure and composition can be continued in subsequent cuts. If the poorest trees are removed, increment takes place on the best trees available (see Fig. 2). Nothing more can be asked during this transition period.



Fig. 2.—Young pole stand in tabonuco type forest immediately after selective cutting, showing the well formed trees and the density of the cutover stand. (*Vardazcal en el tipo tabonuco inmediatamente después de la corta selectiva, mostrando los árboles bien formados y la densidad del rodal remanente.*)

Once stand density is optimum, further improvement becomes a matter of continued gradual elimination of undesirable species and balancing up the growing stock. As the optimum stand is approached, yield will become uniform and will come from trees which have reached mature size and those smaller trees which are crowding or dominating more promising neighbors.

In practice it is important to cut the larger inferior trees first, thus making possible an appraisal of the damage resulting from their removal. When this is known, and before the cutters leave the site, the smaller trees which still require removal may be cut. The cutting of inferior canopy trees should not be so drastic as to preclude opening up the lower story. If this error is made, the lower story, often also of inferior species, will be the component of the stand which gains most from the release. The dense shade cast by groups of these usually opaque-leaved trees, even after the canopy has been thinned, prevents the development of desirable reproduction beneath. Most of these understory trees do not sprout and can easily be eliminated. Their gradual elimination is considered a prerequisite to the development of desirable reproduction in comparable stands in British Honduras (23), India (7), and Malaya (27). On the other hand, where the felling of individual overstory trees makes large openings in the canopy, it is necessary to leave understory trees for soil protection. Species which produce light shade are preferred for this role, as they permit the development of natural reproduction beneath.

The silviculture recommended here is complex, yet it will have to be carried out by field men with no advanced forestry education. This fact makes necessary a compromise. The improvement policy must be reduced to terms comprehensible to the timber marker, even if this means some sacrifice in the quality of the work. It is of utmost importance that the marker have a clear picture of the stand density for which he is striving. If he maintains this, errors

in judgment as to the least desirable trees, those to be removed, will generally be of minor importance.

Simple instructions for marking timber for cutting are difficult to write. Brief rules should not be expected to teach silviculture. No amount of literature can replace field demonstration. When a man has been carefully taught in the field, written rules merely tell him what he has already learned. They may remind him, however, of points to keep in mind which he might otherwise forget. The simplest single rule would be to cut no tree which is worth more in the forest than on the market. Such a rule is inadequate, in that it sheds no light upon how to appraise the value of the tree in the forest, the prime task of the timber marker. Likewise cutting rules should not be simplified to mere diameter limits. Tree size is only one of several factors which should govern cutting practice. Use of this index alone results in overcutting some acres and undercutting others. The following rules are believed to express the silvicultural policy here developed:

1. Cutting shall be confined to forests in which the crowns of the canopy trees are in contact.
2. Cutting shall reduce density only sufficiently to provide the canopy trees with an average of six feet or equivalent crown freedom on all sides.
3. Openings in the canopy shall not exceed 20 feet in diameter except where the removal of an individual large tree creates a larger opening. No trees adjacent to such an opening shall be cut.
4. The poorest trees shall be cut first. Where one of two similar competing trees must be removed, the one which is classified highest in the following list should be cut:
 - a) Trees which clearly are dying and will soon be lost.
 - b) Worthless trees, those which, because of form or species, do

not contain nor can in the future yield products of value.

- c) Overmature trees, those which exceed the optimum size for their most valuable products.
- d) Mature trees, those which have reached the optimum size for their most valuable products.
- e) Immature trees, those which have not reached the optimum size for their most valuable products.
 - 1) Trees of poor form.
 - 2) Trees of good form.
 - (a) Trees of fuelwood species.
 - (b) Trees of roundwood species.
 - (c) Trees of saw timber species.¹

It has been pointed out that because of irregularities in present stands it is impossible in the first cut to achieve optimum conditions. The effect of this type of cutting upon basal area, as indicated by the "to cut" tally of a recent cruise, is seen in Table 1. Table 1 shows that effect in both types is similar, with cutting somewhat heavier in the colorado type because of the excess of old, defective timber there. Cutting in light stands is generally to thin small dense groups or to salvage dying trees. In the dense stands a very heavy thinning is not always desirable, because the heavy overstory frequently has precluded the development of an understory, which must be on hand before the overstory is fully opened up. A first cutting, as proposed, would reduce average basal area from 72 to 49 square feet per acre in the tabonuco type, and from 138 to 95 in the colorado type.

In terms of cubic volume the results in the two types are different, primarily because of the taller trees in the tabonuco type. Not only the volume removed but also the per cent cut is higher in the tabonuco type because of the greater volume of the larger

Table 1. — The effect of cutting upon basal area per acre ^a

Original Basal Area	Residual Basal Area	
	Tabonuco Type ^b	Colorado Type ^c
Sq. ft.	Sq. ft.	Sq. ft.
20	18	17
40	33	31
60	46	43
80	60	54
100	72	64
120	84	74
140	94	83
160	102	92
180	110	99
200	116	105
220	122	111
240	126	115
260	130	119
280	134	123
300	138	126

^aBasal area from four inches, diameter breast high.

^bData curved from 59 quarter-acre cruise plots in the Río Grande, Espíritu Santo, Sabana, Mameyes, Jiménez, and Cubuy (west) valleys.

^cData curved from 47 quarter-acre cruise plots in the Río Grande, Espíritu Santo, Jiménez and Cubuy (west) valleys.

trees cut as compared with that of the young stand left. Table 2 shows the volume and per cent of volume removed by silvicultural cuttings of the types described. On the average, the tabonuco type stand volume would be reduced by the first cutting from 1,820 to 1,000 cubic feet per acre, compared with a reduction of from 2,620 to 1,650 cubic feet in the colorado type.

The cutting, in releasing young trees, tends to accelerate their growth. Diameter growth in the cutover forest is shown in Table 3. The weighted average for the tabonuco type is nearly three times as great as in the virgin forest. In the colorado type no change was recorded during the first five years after release apparently an indication of slow acceleration after so many years of suppression.

Another possible objective of cutting, that of conversion of forest types, deserves consideration. Of the three forest types which make up the timber producing area, tabonuco, colorado, and palm, the first is by far the most productive. Tabonuco type fo-

¹ Trees of roundwood species may be favored over saw timber species on sites which do not have the capacity to produce trees of saw timber size. Roundwood species may everywhere make up 50 per cent of that part of the stand which is pole size or less.

Table 2. — The relationship between original stand density and yield per acre.

Original Basal Area ^a	Volume Yield	
	Tabonuco Type ^b	Colorado Type ^c
SQ. FT.	CU. FT.	CU. FT.
20	40	25
40	120	90
60	240	185
80	385	300
100	540	435
120	720	575
140	920	735
160	1,160	910
180	1,425	1,095
200	1,740	1,295
220	2,140	1,500
240	2,680	1,705
260	3,240	1,915
280	3,820	2,130
300	4,400	2,340

^aBasal area from four inches, diameter breast high.

^bCurved data based upon 672 quarter-acre plots throughout the type.

^cCurved data based upon 171 quarter-acre cruise plots throughout the type.

rest is taller, contains a greater representation of the better species, and grows more rapidly than either of the other types. Preliminary observations indicate that clear-cutting of the colorado type in the transition zone tends to favor regrowth of tabonuco-type species. If this conversion could be ac-

complished as simply as this, and if excessive erosion or other damage does not result, the practice might be warranted on a large scale. The key to the success or failure of type conversion lies in the nature of the difference between their sites. These differences have already been described (26) and appear to be so basic that only very limited conversion, and this possibly only temporary, seems possible.

The cutting policy outlined, when used with common sense, can produce a marked improvement in the health, composition, and quality of stands in both forest types. It harvests the overmature and deteriorating trees before they are lost. It removes the obviously least desirable trees. It does not ruthlessly cut out all that is considered inferior, and thus is not subject to subsequent criticism if the trees now so considered later appreciate in value. It protects soil and watershed values, primary considerations in this rainy mountainous area. It accelerates stand growth by releasing suppressed trees and thinning overdense groups. It apparently need not increase liability to hurricane damage. It retains the mixed, all-aged forest found in nature.

Nevertheless, the method is not perfect in practice. It is difficult to supervise. Re-

Table 3. — Diameter Growth in Cutover Forest*

Initial Crown Class	Average Annual Diameter Growth			
	Tabonuco Type		Colorado Type	
	Number of trees	Inches	Number of trees	Inches
Dominant	17	0.21	36	0.05
Codominant	37	0.23	56	0.05
Intermediate	539	0.15	473	0.04
Suppressed	279	0.09	177	0.04
Total	864	—	742	—
Weighted Average	—	0.14	—	0.04

*Data from five-year measurements in two half-acre plots in each type.

moving a small proportion of the trees involves a large cutting area for a specified volume yield. Scattered operations can be a serious objection, because close supervision of cutting is essential. The method does not assure reproduction of the desirable species. (However, no certain method of obtaining such reproduction naturally is yet known). In maintaining a shady competitive forest environment this type of cutting tends to discriminate against intolerant species, many of which are rapid growers.

Silviculture is primarily a biological science, and the techniques described here have been based solely upon that approach. An attempt has been made to propose methods of cutting which will most rapidly improve the forest as a source of products for Puerto Rico. Silviculture is practical, however, only to the extent that it can be practised within the financial limits set by the market for the products. There is merit, it is believed, in developing methods for maximum forest improvement as a goal to strive for, regardless of the degree to which practical cutting practice may attain this goal. With the ultimate objective in mind, the forest administrator knows what should be done silviculturally in the forest and can take advantage of temporarily favorable markets or other conditions which may assist him to work toward a better forest.

At the present time the market is good for furniture woods, but is only fair for roundwood and fuelwood. One result is that saw timber is being cut in stands where cutting of posts or fuelwood is uneconomic. The ideal would be to treat each acre individually and leave it in the best possible condition, letting the products find their market. The poorest trees, however, do not find any market, even at a zero stumpage level, so they must be eliminated, even at a cost. To leave these trees after cutting the saleable timber is not good silviculture, as it tends to strengthen the representation of the poorest trees.

The methods of cutting proposed here are based upon fragmentary information re-

garding the silvics of the forest and its response to different treatments. Studies of the effects of cutting which should strengthen this basis are in progress.

Selection of Species

The Luquillo Mountain environment is favorable for tree growth. Some 220 species of arborescent plants have been collected in this area, and a large number of additional exotic tree species are probably adapted to it.

The productivity of the many tree species of the Luquillo Mountains is very incompletely known, but it is obvious that some are superior to others. Trees which are suited for many uses are generally more valuable than those of restricted use. Tree species which grow to large size are superior to small tree species because in addition to small products the large trees can produce some large products not yielded by small trees. Similarly, trees typically straight yield all the products of crooked trees plus others which require straight timber. Trees which produce durable timbers are to be preferred, as are species which grow rapidly and reproduce well.

The selection of the most desirable species is an immediate necessity. Selective cutting now in progress in the National Forest must strive toward the encouragement of the better species at the expense of the inferior. Species of quality must be selected for reforestation also, since reforestation here is more to assure good composition of the forest than to accelerate the formation of a cover.

The main product proposed, furniture wood, commands respect because of its utility for a variety of purposes. It is relatively scarce because it must come from large, straight trees of superior species. If furniture wood is to be the primary product of the forest, silviculture should be directed toward maximum representation in the forest of the best tree species which produce it. Two circumstances, already mentioned,

call for exceptions to this policy. One is where the site, usually due to adverse soil conditions or exposure, is incapable of producing trees sufficiently large for furniture wood or other saw timber. The other is where soils have been so degraded by farming that none of the better furniture wood or other saw timber species can grow until after the site productivity has been restored by a stand of less demanding trees. On such areas the next largest product, roundwood, is probably the most that can be expected.

The determination of the best timber species is not in itself an adequate basis for the improvement of forest composition by silvicultural methods. The regeneration of such species on bare lands or their encouragement in existing forests may not be easy or practical. Where other, more hardy species must be favored, whether temporarily or permanently, their relative values should be known. Thus it becomes necessary to know the relative value of all species.

The most reliable source of tree species for management is the native vegetation. Native species are, in one sense, all superior to exotics, in that their adaptability to the site is established beyond question. A healthy stand is superior to an unhealthy stand, almost regardless of any differences between the productivity of their species. The success of introduced species remains an uncertainty throughout one entire rotation. After two centuries of trials European foresters are pessimistic about exotics (5). They should be introduced only if the need is clearly not met by natives. Spurr and Cline (21) found in the northeastern United States that in-plantations of trees outside their natural range, poor form sometimes develops and growth may fall off late in the rotation. Perpetuation of such plantations may require clear-cutting, with exposure of the soil and attendant site deterioration, invasion by other species, and the repeated cost of artificial reforestation. Of more than 200 exotic species tested experimentally in Puerto Rico, less than 20 even show early promise. Some species native to Puerto Ri-

co must be classed as exotics on certain sites of the island only a few miles from their natural range.

Knowledge of silvical characteristics and wood utility is at present inadequate to establish with certainty the exact ranking of individual species. Also, ranking can be expected to change with changes in demand. This is no great handicap at present, however, since the more outstanding species are now so limited in representation that they are seldom in direct competition with one another. Moreover, the maintenance of a forest of mixed composition is desirable, at least for the present, for protection against epidemics. At the opposite extreme many species are known to be clearly inferior in both present and prospective values. Their removal, to favor others, is without question a beneficial practice.

The appraisal of a species for forestry should be based upon both the utility of the tree and the cost of producing it. These are equally important, but neither is well known for most Puerto Rican species. Knowledge of tree utilities, based upon more than four centuries of utilization, is much more satisfactory than that regarding costs of their production, something which has not yet been done. Any appraisal of species at this time, therefore, must rely heavily upon wood utilities, using data on productivity, where available, merely as an indication of relative values within broad utility groups. In time it may be possible to add other factors to the evaluation of tree species. For example: it has been found that different tree species produce humus of different reaction on the soil (9). Thus, it may prove possible to improve the soil of the Colorado type forest by changes in composition. Osmaaston (15) found that coriaceous leaves (which are characteristic of the Colorado type) are contributors to poor soil conditions, in some places forming a mat which does not permit soil aeration. Simms, Munns, and Auten (20) concluded that tree species characteristic of good sites contribute most to the maintenance of soil quality.

Knowledge of undesirable qualities of tree species, based upon actual observation or experience, is more reliable than knowledge of desirable qualities, many of which are less apparent and, to be proven, require more testing than has been done. The reputation of a wood, however, is not always a reliable index either, since many woods of potential value may be little known because of rarity. The logical approach appears to be the elimination of species known to be inferior, beginning with those of least value.

The species most obviously to be eliminated are those of no present utility and of little foreseeable future value. These include species growing to only one or two inches in diameter, too small to harvest efficiently, or those which produce worthless wood. Others of so little utility that the supply greatly exceeds the demand probably are in the same category. These are weed species.

Next to weed species the group of lowest value appears to include those species valued primarily for products other than wood. This includes such products as fruits for human and animal consumption, bark for rope, and leaves for thatch. The low rating of these species is not based on the inferiority of these products themselves, for they are in some demand, but their efficient production generally requires stand conditions which are incompatible with timber forestry. The fruits of the forest seldom reach the market, since most are consumed nearby. Their production seems more logically a function of the farmsteads of the region, where they are more accessible, and the trees can receive more intensive care. These are subsidiary crop species.

The lowest wood use in the area is fuel. Species suited only for this use are also to be considered inferior. This group is made up of two categories, (1) species with woods too weak to hold nails well and too soft to surface well, and (2) species not usually producing a straight cylindrical bole of eight feet or more in length. The first group in-

cludes large species not suited to higher uses. The trunks of trees in the second group are generally too short for even fence posts. These are fuel species.

The next higher use calls for short straight pieces of small size for stakes and fence posts. Species suited for these uses must generally have a fairly straight, cylindrical bole of at least 8 feet but not generally more than 12 feet in length. The diameter to which the tree grows is unimportant, since even large species in this group are not suited to uses requiring large diameters. These are post species.

Tree species which usually produce a straight cylindrical bole of 12 feet or more in length are of value for fuel and posts, and longer products as well. Their classification is based primarily upon the diameter to which they grow. The least valuable group includes species commonly growing to less than eight inches in diameter. These are primarily useful for poles for rural construction. Such poles are much more valuable than fence posts, and warrant transportation a greater distance from the forest. These are small-pole species.

Species which produce a straight bole of 12 feet or more in length and which commonly grow to from 8 to 16 inches in diameter have additional value for heavy posts and poles for buildings, heavy construction, railroad ties, oxcart tongues, and derrick poles. These are large-pole species.

Species of good form and commonly growing to 16 inches in diameter or more are generally suited for saw timber. Saw timber may require diameters of only 10 to 12 inches (larger if the sapwood is of no value), but since many of the larger trees commonly seen in unmolested forest are probably well beyond any practical technical rotation this diameter limit was set at 16 inches, assuming that any species commonly growing to that size will probably reach minimum saw timber dimensions before the slower growth of old age begins. Saw timber species are generally suited to most of the uses already discussed.

The lowest wood use requiring saw timber is construction, including timbers, planks, and boards for both outside and interior use. Saw timber species primarily suited for this purpose are termed construction species.

The most exacting requirements are those of the highest wood uses, furniture, cabinet work, paneling, and turnery, calling not only for saw timber dimensions but requiring in addition that the woods be attractive and easily worked. They must surface well, resist splitting, and their range of specific gravity should be from 0.40 to 0.75. Species which satisfy these demands are termed furniture species.

The relationship of the various classes just discussed is more easily seen when they are differentiated in key form as shown below. In this key the order of the classes is the reverse of their descriptions above, so that those of highest value appear first. The uppermost class in which a species falls is its highest use and the one for which it should be harvested. Individual trees of unusually poor form of any species may be relegated to uses below the highest for which the species is typically adapted, in accordance with the timber marking rules already presented. Other trees may have to be harvested before they reach the size required for their highest use because their presence in the forest offers excessive competition to other trees of species which are superior, being suited to higher uses.

1. Species of positive value at maturity.
2. Species of value principally because of their woods.
3. Species producing woods sufficiently strong and hard for most uses.
4. Species usually producing a straight cylindrical bole at least 12 feet in length.
5. Species commonly growing to at least 16 inches in diameter.
6. Species producing attractive and readily worked woods.

Furniture Species

6. All other species.

Construction Species

5. Species commonly growing to at least 8 inches but not more than 16 inches in diameter.

Large-Pole Species

5. All other species.

Small-Pole Species

4. Species usually producing a fairly straight cylindrical bole at least 8 feet but not more than 12 feet in length.

Post Species

4. All other species.

Fuel Species

3. Species producing woods too weak to hold nails or too soft to surface well.

Fuel Species

2. Species of value primarily because of non-wood products.

Subsidiary Crop Species

1. Species of no present value and of little foreseeable future value (including those which are hazardous because of irritants and poisons.)

Weed Species

The information used in classifying the species in accordance with this key has been derived from many sources. All known references on the trees or woods growing in the Luquillo Mountains were studied, and the conclusions from more than six years of personal field observation were used. Where published information was not available opinions of reliable wood workers were used.

A classification of this nature is local. Two of its most important bases are tree size and form, which are not necessarily the

same elsewhere. A number of local species grow to much larger size in other parts of their geographic range. The classification concerns probable future uses rather than those of the past. Certain species which established a reputation because of the abundance of large, very old trees in virgin forests were graded downward because their slow growth makes them excessively costly to produce. Other species with no established reputation are placed in classes which correspond to their highest probable use.

The furniture species native to the mountains are listed in Table 5. There is little immediate need for selecting the best of these species from those listed for the tabonuco type, and there is no latitude for choice in the colorado type. These species are not so common as to be generally in direct competition with one another. Certain available silvical data, however, provide a measure of the relative advantages and limitations of each species. These are here described.

1. Tree size. — The larger a tree species grows in nature the greater is the probability that it will grow rapidly throughout the technical rotation. Species which attain 24 or 36 inches in diameter or more, other things being equal, are to be preferred to those which do not. Existing knowledge regarding maximum tree size is based directly upon observation in old stands.
2. Resistance of trees to hurricanes. — Those species which typically develop an extensive, well anchored root system, strong wood, and a compact crown are to be preferred. Certain data concerning hurricane damage are available from Bates (3). They form almost the sole basis for the classification presented here.
3. Resistance of trees to insect attack and disease. — Classification in this regard is possible only on the basis of observations in natural stands. No spectacular epidemics have occurred.

4. Resistance of the wood to the dry-wood termite. — The dry-wood termite is the chief local source of depreciation of furniture. For classification as to this characteristic the findings of Wolcott (28) are used, considering woods in his groups "AA" and "A" (equivalent to or better than *capá prieto*) as of high resistance, group "B" (between *laurel sabino* and *capá prieto*) as intermediate, and all others low. Resistance to termites is a requirement of good furniture, but since simple preservative treatments are being developed for woods not inherently resistant, native resistance may become less important.
5. Tolerance. — All-aged forest management requires species of a degree of tolerance, since most of the life of the trees in such a forest is spent in competition with larger trees. Reproduction of intolerant species requires openings of the canopy so large that vines invade and interfere with the stand. Tolerance is here judged largely on the basis of observations within old stands.
6. Growth rate. — Here, too, the conditions of the selection forest must be considered. It is not maximum growth rate under ideal conditions which count but the growth rate inside the forest. The data used appear in Tables 4, 6, and 8. They were collected from permanent sample plots within the Luquillo Mountain area. They are from five to eight year growth records of trees in the codominant and intermediate crown classes typical of managed stands. Crown class is not the sole index for comparing growth of different trees, since age, size of crown, and other factors should be considered, but adequate data are not yet available for such a comparison. The figures of these tables are arithmetical means of the average growth in each of these two crown classes. In the absolute

these rates are slower than would be expected under management because they are based partly upon the dense conditions of virgin stands. The relative positions of the species, however, at least where many trees were measured, are probably reliably shown.

7. Reproductive capacity. — The reproductive capacity of a species has an important bearing upon the ease with which it may be managed. Species which naturally reproduce in abundance are, other things being equal, much to be preferred to those which must be established artificially. Appraisal of this characteristic is based entirely upon observation.

The silvical characteristics of the furniture species appear in Table 5. Although some of these characteristics will probably prove more important than others, the summing across of this table, assuming that

Table 4. — Growth Rates of Furniture Species

Species	Number of Trees Measured	Annual Diameter Growth*
INCHES		
Guaraguao	3	0.35
Granadillo	15	0.26
Masa	14	0.20
Tabonuco	179	0.14
Nuez moscada	17	0.10
Laurel sabino	46	0.06

* Arithmetical means of growth of codominant and intermediate trees in five to eight-year-old plots.

Table 5. — Classification of Furniture Species* (Clasificación de Especies de Madera de Ebanistería)

Species	Maximum Size	Wind Resistance	Insect & Disease Resistance	Resistance of wood to Termites	Tolerance	Growth Rate	Ease of Reproduction	Index (Average)
Especies	(Tamaño máximo)	(Resistencia al viento)	(Resistencia a insectos y enfermedades)	(Resistencia a la polilla)	(Tolerancia)	(Compás de crecimiento)	(Facilidad de Reproducción)	(Índice Promedio)

Tabonuco Type

Guaraguao	3	2	3	3	3	3	3	2.8
Tabonuco	3	3	3	1	3	2	3	2.6
Masa	2	3	3	2	3	2	3	2.6
Granadillo	2	3	3	3	2	3	1	2.4
Nuez moscada	2	3	3	1	3	1	3	2.3
Capá prieto	1	3	2	3	2	(2)	2	2.1
Capá blanco	2	3	3	2	1	(2)	1	2.0

Colorado Type

Laurel sabino	3	2	1	2	2	1	2	1.9
---------------	---	---	---	---	---	---	---	-----

* The least desirable condition is symbolized by "1", intermediate by "2", and the most desirable by "3". Numbers in parenthesis are not based upon measurements or observations but merely on indications such as the characteristics of closely related species. (El número 1 es el símbolo de la condición menos deseable, 2 es intermedio y 3 el más deseable. Los números en paréntesis no están basados en medidas u observaciones sino son sólo indicios basados en características de especies estrechamente relacionados con la especie en cuestión).

all are of equal rank, gives an indication of the relative value of the species. The species are listed in Table 5 in descending order of value.

Growth data for codominant and intermediate trees of construction species from the plots are presented in Table 6.

Table 6. — Growth Rates of Construction Species

Species	Number of Trees Measured	Average Annual Diameter Growth*
INCHES		
Roble	36	0.25
Laurel avispillo	4	0.24
Ausubo	40	0.20
Motillo	30	0.19
Higuerillo	2	0.10
Guajón	4	0.09
Caimitillo	144	0.06
Caimitillo verde	514	0.05
Aguacatillo	8	0.04
Taonabo	3	0.04

* Arithmetical means of growth of codominant and intermediate trees in five to eight-year-old plots.

These species are classified in Table 7. They are more in number and generally more common than the furniture species, and are thus more often found in competition with each other in the forest. The characteristics which serve to differentiate the species are the same as those used for furniture species, with the addition of two more: strength of the wood and its resistance to decay.

Table 7. — The Classification of Construction Species *
(Clasificación de las especies de madera de construcción)

SPECIES (ESPECIES)	Maximum Size (Tamaño Máximo)	Wind Resistance (Resistencia al viento)	Insect and disease Resistance (Resistencia a Insectos y Enferme- dades)	Decay Resistance (Resistencia a la Po- dredumbre)	Resistance of Wood to Termites (Resistencia a la Polilla)	Strength of Wood (Resistencia mecánica de la ma- dera)	Tolerance (Tolera- ncia)	Growth Rate (Compás de Crecimiento)	Ease of Reproduction (Facilidad de Reproduc- ción)	Index (Average) (Índice Promedio)
Tabonuco Type										
Asubo	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2.7
Caracolillo	2	(3)	3	2	3	3	2	(3)	2	2.6
Mofilo	2	3	1	2	2	3	3	2	3	2.3
Jácana	2	2	3	2	2	3	2	(2)	3	2.3
Higuerillo	2	3	3	3	2	3	2	1	1	2.2
Algarrobo	2	2	3	2	3	3	2	(2)	1	2.2
Mamey	2	2	3	2	1	3	2	(2)	2	2.1
Roble	2	3	2	2	1	3	1	3	2	2.1
Laurel avispillo	1	(2)	3	(1)	(1)	(2)	2	3	3	2.0
Caimito	1	2	3	2	(1)	3	2	(2)	1	1.9
Guajón	2	(2)	3	2	(1)	2	2	1	2	1.9
Jagua	1	1	3	2	1	3	1	(2)	2	1.8
Laurel 2	2	2	(3)	(1)	(1)	(2)	2	(2)	3	1.8
Laurel sasará	1	(2)	3	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	1.8
Aguacatillo	1	(2)	3	(1)	(1)	1	3	1	3	1.8
Mago	2	1	3	1	1	1	1	(2)	2	1.6
Colorado Type										
Caracolillo	2	(3)	3	2	3	3	2	(3)	2	2.6
Caimitillo	2	3	3	2	2	3	3	1	3	2.4
Caimitillo verde	2	3	3	2	(2)	3	2	1	3	2.3
Taonabo	1	---	(3)	---	---	---	---	1	1	1.5

* The least desirable condition is symbolized by "1", intermediate by "2", and the most desirable by "3". Numbers in parenthesis are not based upon measurements or observations but merely on indications such as the characteristics of closely related species. (El número 1 es el símbolo de la condición menos deseable, 2 es intermedio y 3 el más deseable. Los números en paréntesis no están basados en medidas u observaciones sino son sólo indicios en características de especies estrechamente relacionadas con la especie en cuestión.)

The growth data for codominant and intermediate trees of some of the large-pole species in the plots are summarized in Table 8.

Table 8. — Growth Rates of Large-Pole Species

Species	Number of Trees Measured	Average Annual Diameter Growth*
		Inches
Maricao	8	0.38
Laurel geo	8	0.37
Gallina	15	0.32
Mato	47	0.27
Guamá	14	0.23
Negra Lora	2	0.21
Achiotillo	21	0.20
Hueso blanco	12	0.20
Yagrumo macho	54	0.14
Moca	8	0.05
Jusillo	292	0.04
Nemocá	72	0.04

*Arithmetical means of growth of codominant and intermediate trees in five to eight-year-old plots.

These species are classified in Table 9, in which they are ranked by the same criteria as were the construction species. A change was made in the size classes, since pole trees are generally less than 16 inches in diameter. Class "1" trees reach 8 inches; class "2" trees, 10 inches; and class "3" trees, 14 inches or more.

The three groups of species listed include all of those now considered best qualified to make up the major crop in the Luquillo Mountains. The approximate rating of each species within its group makes possible a listing of species in descending order of value, providing a basis for discrimination in improvement cutting. Wherever possible, furniture wood species should be produced, so they are listed first. Elsewhere species farther down the list may be the best adapt-

ed. For scientific names, see the list at the end of this article.

Tabonuco Type

Guaraguao	Laurel sasafrás
Tabonuco	Mago
Masa	Moca
Granadillo	Laurel geo
Nuez moscada	Maricao
Capá blanco	Hueso blanco
Capá prieto	Maricao verde
Ausubo	Guamá
Caracolillo	Negra lora
Jácana	Guara
Motillo	Palo de mato
Higuerillo	Laurel bobo
Algarrobo	Laurelillo
Roble	Espino rubial
Mamey	Guácima
Laurel Avispillo	Achiotillo
Guajón	Yuquilla
Caimito	Laurel roseta
Laurel 1	Laurel 2
Aguacatillo	Gallina
Jagua	Yagrumo macho

Colorado Type

Laurel sabino	Nemocá
Caracolillo	Cupeillo
Caimitillo	Negra lora
Caimitillo verde	Camasey jusillo
Taonabo	Oreganillo
Colorado	
Guayabota	

These lists include 42 species in the tabonuco type and 12 species in the colorado type. Several of these species are found on every acre of the forest, so that a guide of general applicability for discrimination between species is provided. Species not appearing on these lists should be eliminated from the stands as rapidly as selective cutting practice permits. Since these other species are to be eliminated, no great refinement in their value classification appears necessary. Wherever stands are composed almost entirely of these inferior species,

however, the poorest species should be eliminated first. For this reason they were listed by the value classes of the key. This list is long, containing 169 species, and because it is primarily of local value to the practitioner it is not reproduced here.

For forest underplanting, a practice which appears desirable in the purest stands, the selection of species requires more complete silvical information than the selection of those species which should be favored among those already present. Such species must not only have the attributes of the best species in the stand but must also be capable of easy artificial establishment and, once established, must be sufficiently more productive than the overstory to justify the cost of their establishment. The best of the native species, which are inadequately represented in many of the stands, and which are well adapted to the sites, deserve first consideration. The capacity of exotics to outproduce natives will not be established until it actually takes place, a full rotation hence.

The requirement that underplanting, to be justified, must materially increase the productivity of the forest disqualifies or makes relatively unsatisfactory any species which will not yield the highest type of forest products which the site is capable of producing. This means that underplanting must introduce furniture species into the tabonuco type and saw timber or large-pole species into the colorado type.

Underplanting of a number of the best native species has already been attempted (13). Results to date serve as a basis for recommendations as to the need for further investigation, and as to some species to be eliminated from the research program, at least for the present. In the tabonuco type guaraguao shows considerable promise. Wildings are common in some areas and provide satisfactory planting material. Nursery propagation is simple also. Planting survival is high. Tabonuco and masa have proven more difficult, in that planting survival is low unless a ball of earth is transplanted with the trees, a requirement which

materially raises planting costs. Granadillo has been tested on only a very small scale because of the extreme rarity of its fruiting. Nuez moscada is easily established by direct seeding and should be tested further. Capá prieto is easily propagated and makes spectacular early growth if it receives direct overhead light. It is one of the most promising species tested to date. Under similar conditions in Trinidad, however, plantations of this species were destroyed by a canker disease. Capá blanco is considered too intolerant for underplanting.

Underplanting of the colorado type with native species does not promise any great gain in productivity. Virtually all the trees in this type grow very slowly. Laurel sabino seldom sets fertile seed, and must be disregarded, at least for the present. The propagation and underplanting of caracolillo should be tested on the better sites. Caimitillo, caimitillo verde, guayabota, nemocá, negra lora, and camasey jusillo have proven very slow growing in the nursery, a fact which may preclude the use of these species on a large scale. Nothing is known concerning the propagation of taonabo, cupeillo, and oreganillo. Natural regeneration of caimitillo, caimitillo verde, and camasey jusillo is plentiful in some areas, and underplanting elsewhere with wildings of these species might prove practical. These first two species are probably sensitive to bare-root planting, judging by results with other members of the Sapotaceae.

Native species recommended for experimental underplanting, therefore, are guaraguao, nuez moscada, and capá prieto in the tabonuco type. Only caracolillo appears sufficiently superior to other native species in the colorado type to warrant its consideration for underplanting there, and its general use must await research.

The underplanting of species exotic to the forest involves an uncertainty regarding site adaptability which does not characterize native species. As so many tree species grow in environments similar to the Luquillo Mountains throughout the tropics of both

hemispheres, however, it seems likely that some could grow well in this area. A few of these might surpass the productivity of the native species.

The most outstanding exotic species underplanted to date in the tabonuco type is broadleaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). This excellent furniture species is growing well on the better sites, and the are of plantations should be increased. A root rot, which destroyed plantations in Trinidad, has not appeared in Puerto Rico. Another species, not yet satisfactorily established but deserving intensive investigation because of its superior wood, is Spanish cedar (*Cedrela odorata* L.). Species recently established on a small scale in the tabonuco type and showing some promise are toon (*Cedrela toona* Roxb.), and almendrón (*Prunus occidentalis* Sw.). (Almendrón is native to Puerto Rico but exotic to the Luquillo Mountains.) Three bamboos, *Bambusa tuldoidea* Munro, *B. longispiculata* Gamble ex Brandis, and *Dendrocalamus strictus* Nees, have recently been tested in the colorado type but results are as yet uncertain. Bamboo, being a grass, may be better adapted than trees to the poorly drained soils of this upper type of forest. The bamboo forests at high elevations in Africa and India are said to be a counterpart of the palm forest of the Antilles (4). Three exotic furniture species, Dominican mahogany (*Swietenia mahogoni* L.), Teak (*Tectona grandis* L.), and maga (*Montezuma speciosissima* (Sesse and Moc) Dubard), have proven unadapted to the sites of the tabonuco type. Maga, while a native to Puerto Rico, is exotic to the Luquillo Mountains.

Exotic saw timber species not yet tried but which appear to deserve investigation include the following species from similar climatic regions elsewhere in the tropics of this hemisphere. Probably at least as many more from Africa and the Far East might be suggested.

Amanoa caribaea Krug & Urb.

Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.

Carapa guianensis Aubl.

Chimarrhis cymosa Jacq.

Cordia dodecandra DC.

Cybistax donnell-smithii (Rose) Seibert

Dialium guianense (Aubl.) Sandw.

Hibiscus tiliaceus L.

Hieronyma caribaea Urb.

Macrocatalpa longissima (Jacq.) Britt.

Manilkara darienensis (Pitt.) Standl.

Manilkara spectabilis (Pitt.) Standl.

Ocotea rodiaei (Rob. Schomb.) Mez.

Ocotea rubra Mez.

Peltogyne spp.

Pinus occidentalis Sw.

Richeria grandis Vahl.

Simaruba amara Aubl.

Simaruba glauca DC.

Sterculia caribaea R. Br.

Symphonia globulifera L. fil.

Tabebuia pentaphylla (L.) Hemsl.

Tabebuia serratifolia (Vahl.) Nicholson

Terminalia amazona (Gmel.) Exell.

For field planting, the selection of species calls for consideration of another characteristic. Whereas the attributes already mentioned are desirable, the capacity of the species to survive the adverse conditions of exposure and degraded soils and to compete with and dominate other less desirable vegetation is the primary index of value for this role. If the species selected is inferior in other respects it may prove possible to harvest the crop early for posts or poles, and at that time to underplant less hardy but superior species on the improved soil. Mixed plantings have not been successful to date because one species usually eliminates the others before they are large enough to harvest. Further testing of mixtures is needed.

Experience has shown that the best species of the forest are generally incapable of survival and satisfactory growth when planted on bare lands (13). Such species include the following natives and exotics in the tabonuco type:

Acacia amarilla

Algarrobo

Ausubo

Capá prieto

Cedro
 Dominican mahogany
 Eucalipto (*E. citriodora* and *E. rostrata*)
 Guaraguao
 Guayabota
 Higuierillo
 Honduras mahogany
 Maga
 Moca
 Nuez moscada
 Tabonuco
 Teca
 Tortugo amarillo

Species which have proven suited under certain conditions are:

Capá blanco
 Eucalipto (*E. alba* and *E. robusta*)
 Jácana
 María
 Maricao
 Pino
 Roble
 Siamese cassia

The outstanding native species for field planting is roble (*Tabebuia pallida* Miers). It invades openings naturally, and where not present can be established easily with wildings, which are plentiful. Plantations quick-

ly dominate weeds and vines but can easily be maintained sufficiently open to make possible the subsequent development of underplanted trees.

María (*Calophyllum antillanum*) (Jacq. Britton) is the outstanding exotic species tested. (It is native to Puerto Rico but its natural range does not include the Luquillo Mountains). Its growth is not rapid, but it competes well with other vegetation. A question which remains unanswered is the size to which this species will grow in the mountains. Australian pine (*Casuarina equisetifolia* Forst), and eucalyptus (*Eucalyptus robusta* Smith) are both very rapid growing. Australian pine provides forest conditions in three or four years. Eucalyptus may never do so, since even old plantations provide insufficient shade to kill out other vegetation. Moreover, findings elsewhere (12) indicate that eucalyptus is very susceptible to hurricane damage, more so than Australian pine.

Research on new species for field planting should continue. Among native species caracolillo appears to bear investigation. Exotics of some promise include recently introduced species of *Tabebuia* and *Casuarina* and mahoe (*Hibiscus elatus* Sw.)

SCIENTIFIC NAMES OF SPECIES MENTIONED
 (Nombres Científicos de las Especies Mencionadas)

COMMON NAME (Nombre común)	SCIENTIFIC NAME (Nombre Científico)
Acacia amarilla	<i>Albizzia lebeck</i> (L.) Benth.
Achiotillo	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.
Aguacatillo	<i>Meliosma herberti</i> Rolfe
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
Almendrón	<i>Prunus occidentalis</i> Sw.
Australian pine	<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst
Asubo	<i>Manilkara nitida</i> (Sesse & Moc.) Dubard 4
Caimitillo	<i>Micropholis chrysophylloides</i> Pierre
Caimitillo verde	<i>Micropholis garcinifolia</i> Pierre 5
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.
Camasey jusillo	<i>Calycogonium squamulosum</i> Cogn.
Capá blanco	<i>Petitia domingensis</i> Jacq.
Capá prieto	<i>Cordia alliodora</i> (R. and P.) Cham.
Caracolillo	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.
Colorado	<i>Cyrilla racemiflora</i> L.

COMMON NAME (Nombre común)	SCIENTIFIC NAME (Nombre Científico)
Cupeillo	<i>Clusia krugiana</i> Urban
Dominican mahogany	<i>Swietenia mahagoni</i> Jacq.
Espino rubial	<i>Zanthoxylum martinicensis</i> (Lam.) DC.
Eucaliptus	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.
Gallina	<i>Alchorneopsis portoricensis</i> Urban
Granadillo	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl.) Eichl.
Guácima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. 12
Guajón	<i>Beilschmiedia pendula</i> (Sw.) Ness. 13
Guamá	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.
Guara	<i>Cupania cmericana</i> L.
Guaraguao	<i>Guarea trichilioides</i> L.15
Guayabota	<i>Eugenia stahlii</i> (Liaersk) Krug and Urban
Higuerillo	<i>Vitex divaricata</i> Sw.
Honduras mahogany	<i>Swietenia macrophylla</i> King
Hueso blanco	<i>Linociera domingensis</i> (Lam.) Kobl. 16
Jácana	<i>Lucuma multiflora</i> A. DC. 17
Jagua	<i>Genipa americana</i> L.
Laurel	<i>Lauraceae</i>
Laurel 3	<i>Nectandra antillana</i> Meissn.
Laurel avispillo	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb.
Laurel bobo	<i>Phoebe elongata</i> (Vahl.) Nees.
Laurel geo	<i>Ocotea leucoxydon</i> (Sw.) Mez.
Laurel roseta	<i>Nectandra patens</i> (Sw.) Griseb.
Laurel sabino	<i>Magnolia splendens</i> Urban
Laurel sasafrás	<i>Ocotea cuneata</i> (Griseb.) Urban.
Laurelillo	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb
Maga	<i>Montezuma speciosissima</i> (Sesse. and Moc.) Dubard
Mago	<i>Hernandia sonora</i> L.
Mamey	<i>Mammea americana</i> L.
María	<i>Calophyllum antillanum</i> (Jacq.) Britton
Maricao	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) DC.
Maricao verde	<i>Wikstroemia portoricensis</i> (Krug. and Urban) Blake 18
Masa	<i>Tetragastris balsamifera</i> (Sw.) Urban
Mato	<i>Ormosia krugii</i> Urban
Moca	<i>Andira jamaicensis</i> (W. Wright) Urban 20
Motillo	<i>Sloanea berteriana</i> Choisy
Negra lora	<i>Matayba domingensis</i> (DC.) Radlk.
Nemocá	<i>Ocotea spathulata</i> Mez.
Nuez moscada	<i>Ocotea moschata</i> (Pavon.) Mez.
Oreganillo	<i>Weinmannia pinnata</i> L. 21
Roble	<i>Tabebuia pallida</i> Miers
Tabonuco	<i>Dacryodes excelsa</i> Vahl.
Taonabo	<i>Ternstroemia luquillensis</i> Krug and Urban 29
Teca	<i>Tectona grandis</i> L.
Tortugo amariño	<i>Mastichodendron foetidissimum</i> (Jacq.) Cron.
Yagrumo macho	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Dcne.
Yuquilla	<i>Casearia bicolor</i> Urban

LITERATURE CITED

(LITERATURA CITADA)

1. ARNOT, D. B., and LANDON, F. H. 1937. The management of Malayan forests under the selection system. *Malayan Forester*, 6: 62-67.
2. AUTEN, JOHN THOMPSON. 1940. Reconstruction of the hardwood forest soil profile by vegetative covers. *Jour. Forestry*, 38:229.
3. BATES, CHARLES Z. 1929. Efectos del huracán del 13 de septiembre de 1928 en distintos árboles. *Rev. de Agricultura (Puerto Rico)* 23:113-117.
4. BEARD, JOHN STEWART. 1942. Montane vegetation in the Antilles. *Carib. Forester*, 3:61-74.
5. BOYCE, JOHN SHAW. 1941. Exotic trees and disease. *Jour. Forestry*, 39:907-913.
6. BROOKS, R. L. 1941. The regeneration of mixed rain forest in Trinidad. *Carib. Forester*, 2:164-173.
7. CHAMPION, HENRY GEORGE. 1929. The regeneration of tropical evergreen forests. *Indian Forester*, 55:429-446, and 480-494.
8. CLAPP, EARLE H., et al. 1938. Policies for public lands. *Soils and Men*, U. S. Dept. Agr. Yearbook, 1938, pp. 223-240.
9. COILE, THEODORE STANLEY. 1937. Forest soil problems in the Piedmont Plateau. *Jour. Forestry*, 35:344-348.
10. HEIBERG, SVEN O. 1939. Forest soil in relation to silviculture. *Jour. Forestry*, 37:41-46.
11. HESKE, FRANZ. 1938. *German forestry*. New Haven: Yale University Press. Pp. 342.
12. KING, H. C. 1945. Notes on the three cyclones in Mauritius in 1945: their effect on exotic plantations, indigenous forest, and on some timber buildings. *Empire Forestry Jour.*, 24:192-195.
13. MARRERO, JOSE. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest, past experience as a guide for the future. *Carib. Forester*, 9:85-213.
14. MEYER, WALTER H., and KIENHOLZ, RAYMOND. 1944. Volume tables for Connecticut hardwoods. *Yale Forest School Bul.* 54. New Haven, pp. 58.
15. OSMASTON, F. C. 1928. Sal and its regeneration. *Indian Forester*, 54:567-577 and 639-655.
16. PUERTO RICO BUREAU OF COMMERCE. 1947. Annual book on statistics of Puerto Rico, fiscal year 1946-1947. Dept. of Agriculture and Commerce. San Juan, 1947. Pp. 318 (mimeographed).
17. ———. 1948. Annual book on statistics of Puerto Rico, fiscal year 1947-1948. Dept. of Agr. and Com. San Juan, 1948. Pp. 293 (mimeographed).
18. ———. 1949. Annual book on statistics of Puerto Rico, fiscal year 1948-1949. Dept. of Agr. and Com. (in press).
19. PUERTO RICO. HOUSE OF REPRESENTATIVES. Report on measures to develop a sound permanent economic structure for the coffee region of Puerto Rico. San Juan, 1948. Pp. 90 (mimeographed).
20. SIMMS, I. H.; MUNNS, EDWARD N.; and AUTEN, JOHN THOMPSON. 1938. Management of forest soils. U. S. Dept. Agr. Yearbook, 1938. Pp. 737-752.
21. SPURR, STEPHEN H., and CLINE, A. C. 1942. Ecological forestry in Central New England. *Jour. Forestry*, 40:418-420.
22. STEBBING, EDWARD PERCY. 1922. *The forests of India*. 3 vols. London. J. Lane.
23. STEVENSON, NEIL S. 1927. Silvicultural treatment of mahogany forests in British Honduras. *Empire Forestry Jour.*, 6:219-227.
24. TANSLEY, ARTHUR GEORGE, et al. 1944. Ecological principles involved in the practice of forestry. *Jour. Ecol.*, 32:83-115.
25. TROUP, ROBERT SCOTT. 1921. *The silviculture of Indian trees*. 3 vols. Oxford: The Clarendon Press.
26. WADSWORTH, FRANK HOWARD, and BONNET, JUAN AMEDEE. 1951. Soil as a factor in the occurrence of two types of montane forest in Puerto Rico. *Carib. Forester*. 12:67-70.
27. WALTON, A. B. 1933. Experimental treatment plots. *Malayan Forester*, 2:125-131.
28. WOLCOTT, GEORGE NORTON. 1946. What to do about polilla. *Univ. of Puerto Rico Agr. Exp. Sta. Bul.* 68. Pp. 29.
29. ZON, RAPHAEL. 1928. Silviculture as a factor in maintaining the fertility of forest soils. 1st. Internat'l. Cong. Soil Sci. Proc. and Papers, 4:575-582.

(Traducción del artículo anterior)

Ordenación Forestal en las Montañas de Luquillo ★

III SELECCION DE PRODUCTOS Y NORMAS SELVICULTURALES

Este artículo es el tercero de una serie que va presentando los resultados de un estudio de las Montañas de Luquillo, que están situadas en la parte este de Puerto Rico. El trabajo tiene en mente determinar la cuota de corta anual de madera en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe. El primer artículo (Carib. Forester 12 (3): 93-132) describía el lugar, los caracteres peculiares de las Montañas de Luquillo y sus terrenos forestales, los recursos primigenios, su aprovechamiento en el pasado los recursos remanentes y las necesidades de la comunidad que de ellos depende. El segundo artículo (Carib. Forester 13 (2): 49-74), elaborando alrededor del primero, consideró todos los usos deseables en las Montañas de Luquillo y presentó un plan integrando esos usos para el mayor beneficio permanente de la comunidad. Este artículo considera algunas de las normas básicas que deben imperar en la producción maderera que es la utilización propuesta para unas 15.600 hectáreas o sea el 80 por ciento de este área.

Debido a la importancia del factor tiempo la producción maderera requiere más estabilidad en sus normas que la mayoría de las demás actividades. La inconsecuencia en las normas vigentes durante el largo período que apareja la cosecha forestal puede causar pérdidas considerables.

Sin embargo, en un ambiente de cambios continuos las normas deben ser realistas. La modificación ocasional de las pautas a seguir es inevitable y deseable. La magnitud y frecuencia de estas modificaciones pueden reducirse a un mínimo si las pautas originarias están basadas en estudio minucioso de todos los factores fundamentales y una percepción de las tendencias que se perfilan. Una

norma general que se aplica a todas las actividades de la producción maderera es que es preferible concentrar esfuerzos en las áreas más productivas, donde sean posibles los mayores beneficios. Se tratarán en detalle aquí las demás normas.

Selección de Productos

La selección de los productos en torno a los cuales debe girar la ordenación debe basarse en las demandas de mercado y en los costos de producción, incluyendo el factor tiempo. En la actualidad el elemento decisivo es el mercado ya que es poco lo que se sabe sobre costos de producción. El mercado local, que es a su vez una función del abastecimiento, es por lo general bueno para todo tipo de producto forestal. Para ciertos productos hay demanda en el mercado extranjero. Tomando en cuenta solamente los productos madereros (los árboles frutales no han dado resultado como cosecha en las Montañas de Luquillo), la madera de ebanistería fina es la de mejor precio en el mercado hoy día y su demanda futura parece ser la más segura. El consumo local anual de madera de ebanistería es por lo menos de 14.157 metros cúbicos de los cuales más de la mitad debe ser importado del exterior. Además, se importa una gran cantidad de muebles baratos (\$1.640.000 en el año económico 1949-50) debido a la escasez de materia prima local. Las fuentes extranjeras de maderas tropicales de elevada calidad está siendo sujeta a explotación sin provisión efectiva para abastecimiento futuro de modo que es deseable tener fuente local para las necesidades domésticas. En la eventualidad de un superávit podría encontrarse un mercado en los Estados Unidos.

Se consume un gran volumen de madera de construcción. La importación de ese ren-

★ Extraída en parte de la tesis presentada ante la Universidad de Michigan como una de las requisitos para la obtención del grado de Doctor en Filosofía.

glón fué de 389.048 metros cúbicos en el año 1949-50. Es de esperarse que la demanda por madera de construcción aumente según aumenta la población. La substitución del hormigón por la madera en las ciudades está por lo menos balanceada parcialmente por el uso de mayor cantidad de madera en la zona rural y la mudanza de la gente del campo a los arrabales de las ciudades, cuyas casas son de madera. Para esta fecha se desconoce hasta que punto el hormigón desplazará a la madera en las casas de los trabajadores de la ciudad y en las zonas rurales. Esto probablemente dependerá en sumo grado de que se adopte o no el tratamiento de la madera con preservativo.

Aún antes de la escasez local de bosques Puerto Rico dependía del exterior para conseguir su madera de construcción. Hay razón para creer que nunca se obtuvo gran cantidad de madera de construcción de los bosques locales (excepto posiblemente para vigas). Ello se debe sencillamente a que los bosques son tan mixtos y con tan pocas especies que rindan o que se sepa que rindan maderas comparables con el pino importado que nunca ha sido posible en Puerto Rico la producción barata y uniforme de madera de construcción. Sólo las maderas locales marcadamente superiores podían afrontar la competencia con el pino importado. La mayoría de las mejores maderas locales aventajaban sólo en durabilidad. Algunas de éstas, junto con las mejores maderas de ebanistería, eran los únicos productos cuya demanda podía sufragar el costoso proceso de extracción y aserraje de árboles aislados.

Otro producto forestal importante es el de rollizos y durmientes, incluyendo yugos, pilotaje, postes, espeques y estacas. Lo más seguro es que la demanda local por estos productos continúe elevada. La isla tiene numerosos muelles que precisan de pilotaje marino. La agricultura intensiva tiene gran necesidad de los demás productos en esta categoría.

La demanda local por estos productos parece suficiente para absorber toda la producción de la isla por algunos años más.

Por lo general es prohibitiva la importación de este tipo de productos (excepto la mejor clase) debido a su peso y tamaño en relación con su valor, lo cual hace costoso su flete. Los postes y estacas rara vez son económicamente factibles de usarse a muchas millas del tocón que las originó. Una posibilidad de aumentar substancialmente el valor de este material es aumentando su resistencia a la podredumbre y al ataque de insectos mediante el tratamiento con preservativos.

Un cuarto producto forestal importante es la leña, incluyendo su derivado el carbón. El mayor mercado local para la leña radica en la zona rural, donde constituye el combustible primordial. Se calcula que el consumo anual de leña es de aproximadamente 2, 5 millones de metros cúbicos de madera. Esta demanda habrá de continuar por décadas a pesar de la migración a las ciudades y a que mucha gente rural ha cambiado de leña a kerosina como combustible. El único otro uso importante de la leña es en las panaderías. Sin embargo, han cambiado su sistema a hornos de "gas-oil" que es un combustible más satisfactorio para ese propósito. Este desplazamiento en el uso de la leña ha sido fomentado por la escasez, la falta de uniformidad, la inconveniencia y el elevado costo de corta y acarreo. No hay tan gran perspectiva de mejora en calidad de la leña que pueda hacer reversible esta tendencia. Además, una vez que se instala el equipo que usa otro combustible no es de esperarse que vuelva a usarse la leña aún a pesar de que el petróleo debe traerse de fuera. Lo único que puede decidir en contra de esta de tendencia es un alza inesperada de los precios de esos combustibles. En ningún sitio del mundo se han creado grandes industrias en torno a la leña. En Puerto Rico se consume gran cantidad de pulpa de madera en forma de papel y sus derivados. Esta es una posibilidad de utilización de parte del material clasificado como leña.

El carbón por ser más liviano y menos abultado por unidad de calor producida, puede llegar a las ciudades donde se usa extensamente como combustible. También lo

usa parte de la población rural. La mayoría de los campesinos usan leña que es más barata cuando está a mano. Gradualmente las estufas de kerosina están reemplazando a los fogones de carbón, no se sabe a que razón pero parece haber sido comparativamente rápido después de la guerra. En los últimos tres años se han importado 143.738 estufas de kerosina (16, 17 y 18). El carbón, al igual que la leña se ha tornado escaso y caro, debido principalmente al alza de la mano de obra. Esto ha favorecido el cambio de kerosina, que es un combustible más limpio y a pesar de ser importado parece estar destinado a eliminar permanentemente parte de la demanda por carbón. Hoy día la mayor parte del carbón producido es como producto secundario en las fincas de café, más de 2 millones de sacos (de 18 kilos cada uno) al año (19).

Tomando en cuenta no sólo el mercado sino que también el hecho de que es propiedad pública, con objetivos gubernamentales de largo plazo, la producción maderera de las Montañas de Luquillo debe ir encauzada hacia la obtención de madera de ebanistería y de construcción y ello por las siguientes razones:

- 1) La demanda futura de madera de ebanistería y de construcción es más segura que la de otros productos forestales.
- 2) Donde mayor disparidad hay entre la demanda y la provisión local es en el caso de estos tipos de madera.
- 3) Por estar más cerca de los centros de consumo los demás bosques de la isla están supliendo la mayor parte de las necesidades locales por postes y leña.
- 4) La mayor parte de los terrenos forestales de la isla probablemente continuarán siendo de propiedad privada. Los terratenientes, que están principalmente interesados en obtener rápidos ingresos de sus inversiones, querrán lógicamente obtener cosechas tempranas como son los postes y el carbón. Al gobierno, que ya posee

la mayoría de los bosques de Luquillo, no le afectan esas consideraciones y puede esperar para lograr mayores rendimientos, mejor calidad y el mayor ingreso que pre-suponen los turnos largos. Por lo tanto el aprovechamiento forestal privado complementa en vez de competir con el aprovechamiento forestal público.

- 5) Ningún área sola como las Montañas de Luquillo de por sí puede esperarse que supla las necesidades en rollizos y leña de un sector grande de la isla debido a las limitaciones económicas de transporte, al menos hasta que el tratamiento local con preservativo los ponga en posición ventajosa sobre los de otros sitios.
- 6) El bosque de las Montañas de Luquillo ya contiene especies que producen madera de valor probado o prometedora, para muebles y construcción. Se visualizan buenas posibilidades de aumentar su representación en el bosque mediante eliminación de otras especies y mediante plantación.
- 7) Las especies forestales que producen madera de ebanistería y de construcción también se adaptan por lo general a la utilización como rollizos pequeños o leña. Su presencia en el bosque hace posible un cambio rápido en la forma de utilización en caso de que los objetivos cambiasen.

La selección de maderas de ebanistería y construcción como la meta para la producción maderera tiene alguna importancia inmediata para la ordenación, pero de hecho sólo puede lograr un aumento muy gradual en la cantidad de estos productos como parte del rendimiento total de madera del bosque. En el presente sólo cerca del 5 por ciento del volumen maderero del bosque sirve para esos productos. El resto del rodal incluye algunos árboles pequeños de maderas aserrables pero el resto del volumen maderero nunca servirá para otra cosa que rollizos y leña. Esos árboles de inferior calidad sólo pueden eliminarse gradualmente si se toma en cuenta la necesidad de proteger el suelo

y de uniformidad en el compás de corta. Aún si se eliminaran todos eventualmente, dejando solamente las especies aptas para los productos deseados, el aclareo de los rodales jóvenes, el ramaje de árboles grandes y pequeños y los árboles dañados por los huracanes, todo lo cual sólo sirve para rollizos y leña, constituirían probablemente un 60 por ciento del rendimiento total. Además existen grandes áreas de laderas expuestas y crestas donde los tipos colorado y palmar crecen achaparrados y pobres y de los cuales puede que nunca sea práctica la obtención de madera aserrable.

En los demás sitios también resalta lo ineludible de una gran proporción de leña en el rendimiento volumétrico, a pesar de los objetivos de la ordenación y la naturaleza de los rodales. Cerca de las dos terceras partes de la madera que se corta en el mundo se consume en forma de leña. Aún en Alemania (11) donde la ordenación forestal está muy adelantada, la producción de los bosques del estado, encauzada hacia la producción de madera aserrable, resulta en un 45 por ciento de leña. Un estudio llevado a cabo en los Estados Unidos (14) demostró que aún los árboles grandes puede que rindan menos de un 60 por ciento de madera aserrable. Además, en los suelos degradados de las faldas de ladera de las Montañas de Luquillo no es de esperarse madera aserrable de la primera cosecha después de la reforestación. En esos sitios el mejor uso que se le daría al terreno sería una cosecha de turno corto y crecimiento rápido que mejoraría el suelo para una segunda cosecha de mejor calidad.

Entre los productos secundarios la madera rolliza es preferible a la leña porque por lo general da mejor ingreso y algunos pueden aprovecharse a tan temprana edad como en el caso de la leña. Esta circunstancia es importante en el bosque. Hay partes en el tipo colorado donde la capacidad del sitio es tal que o no produce árboles de tamaño maderable o necesita largo tiempo para hacerlo y la meta inmediata de la ordenación debe ser la producción de madera para postes y espeques. Lo mismo acontece donde quiera que

no haya especies de madera aserrable, no importa el sitio. En todos los rodales deben favorecerse las especies que sirven para postes con preferencia sobre las que sólo sirven para leña. En la reforestación de sitios degradados donde las condiciones son muy adversas para las especies de madera aserrable, ciertas especies que producen postes y espeques pueden ser lo suficientemente rústicas para sobrevivir y crecer. También en esos sitios debe preferírselas, aunque la primera cosecha sea de forma pobre, porque pueden subsiguientemente originar una segunda cosecha mejor.

La importancia coordinada de la protección de cuencas hidrográficas en todas las tierras ordenadas para la producción de madera, puede ejercer eventualmente alguna influencia en la selección de productos forestales. La producción de madera aserrable, que requiere más disturbio del suelo debido al acarreo, puede resultar más en conflicto con la conservación del agua en áreas críticas que la ordenación para obtener productos de menores dimensiones. En tales áreas la diferencia en ingresos entre los dos productos puede que no sea suficiente para favorecer a la madera aserrable ya que por lo regular se trata de los sitios más pobres, donde los turnos puede que sean muy excesivos para la madera aserrable.

Selvicultura

Se ha delimitado el área disponible para la producción de madera, se ha señalado la necesidad de considerar los valores de protección de cuencas y se ha decidido sobre el objetivo en términos de tipos de productos madereros. El próximo paso hacia la determinación de como obtener una producción máxima es estudiar las posibilidades biológicas bajo las condiciones económicas prevalecientes. Los pasos necesarios son tres: (1) determinar el modo de regenerar el bosque después del aprovechamiento; (2) determinar los métodos prácticos de corta a tono con los planes de regeneración y que mejoren rápidamente el bosque y (3) seleccionar las especies que deben favorecerse.

En los comienzos debe tenerse en mente que los conocimientos ecológicos en el presente son inadecuados para proveer una base sólida para la silvicultura práctica. La investigación silvica en Puerto Rico data sólo de unos 13 años. Es necesario depender considerablemente de los hallazgos publicados en otros países. Las normas pueden cambiar en extremo en el futuro cercano como resultado de nuevos descubrimientos en ese aspecto. Hoy por hoy es necesario seguir una pauta conservadora inclinando la balanza hacia la Naturaleza más de lo que sería deseable más tarde.

Regeneración

La clave del mejor rendimiento de un bosque es su regeneración. Debe llevarse a cabo la regeneración del bosque en tierras desnudas, que están ociosas consideradas desde el punto de vista de producción forestal. La regeneración es igualmente importante en el caso de tierras ya forestadas. En ninguna parte de las Montañas de Luquillo es ideal la cantidad y composición del crecimiento joven. La mejora de la composición de la próxima cosecha forestal por métodos silviculturales es una de las formas más prometedoras de abordar mayor productividad.

Como la vegetación climácica de las Montañas de Luquillo es el bosque, todas las tierras desnudas se reforestarían naturalmente. Pero por lo general estas áreas están tan cambiadas y tan adversas para el crecimiento de los árboles que el proceso natural es lento. Es cierto que casi todas las áreas desmontadas y abandonadas se cubrirían de maleza de dos a cinco años y que al poco tiempo surgiría el bosque pero la exposición, lo exhausto del suelo y la competencia de las herbáceas inhiben la entrada de todas las especies arbóreas, con excepción de las más rústicas que pueden ser de calidad inferior a las que podrían establecerse artificialmente. Muchas de las especies rústicas no producen nada de valor o sólo leña, bien sea por su escaso tamaño al llegar a la madurez, por

la inferioridad de su madera o porque son por naturaleza de forma pobre. La sucesión ecológica natural hacia el bosque productivo de las mejores especies nativas es lento y aún en el caso de prácticas silviculturales sensatas, requerirían por lo menos tres turnos.

El establecimiento inmediato por medio de la plantación de las mejores especies arbóreas en tierras desnudas adelantaría en mucho la producción forestal. Sin embargo, las experiencias amargas y costosas han demostrado que las especies más deseadas en el bosque ordenado se adaptan solamente a un habitat umbrío, con suelo forestal bien desarrollado y no son capaces de instalarse en los medios estacionales expuestos y degradados que caracterizan las tierras desmontadas y yermas. Por lo tanto, casi siempre es necesario plantar para el primer turno otras especies forestales que se adapten mejor pero que rindan menos. Si no se conocen especies adaptadas que rindan productos mejores que la leña no debe efectuarse la plantación. En su vez debe permitirse que actúe la repoblación natural que incurre en sólo un gasto menor, el tiempo.

Tansley et al (24) han descrito bien la forma ecológica de atacar el problema de reforestación en los trópicos:

“La hipótesis de sucesión acelerada arguye que en forestación natural de sitios difíciles hay algunas especies que son primeras colonizantes y otras que son sucesoras. Por medios artificiales no es factible introducir los sucesores con antelación a los primeros colonizantes. Sin embargo, es posible acelerar la sucesión natural mediante plantación mezclada de ambas clases y luego el aclareo adecuado para completar la sucesión en el curso de un turno.” Esto es “sucesión telescópica”. Tansley concluye que el concepto de la corriente silvicultural es que los métodos silviculturales más efectivos son aquellos que proceden en la misma dirección que la sucesión natural de la vegetación. Esta teoría está sustentada por lo general por las experiencias en la India. Por lo tanto, la introducción de la especie de la próxima etapa de la sucesión tiene más probabilidades

de éxito que la introducción de otras especies de requisitos similares a las especies existentes o que la introducción de las especies climáticas. En el bosque perennifolio tropical desmontado, para volver a establecer las especies del bosque climático perennifolio, puede que sea necesario una especie tutora menos exigente, pero ya sea introducida natural o artificialmente, esta cosecha tutora puede removerse gradualmente o sino será a la larga casi totalmente desplazada por la especie climática.

Auten (2) llega a la siguiente conclusión: "El problema verdadero en una región yerma no es la reforestación inmediata sino la reconstrucción del suelo, que debe preceder al bosque productivo... El factor limitante es la humedad edáfica. El cambio de un suelo de una condición ecológicamente xérica a una mélica presupone la existencia de una litera y de una porosidad superficial del suelo capaz de absorber la lluvia... Las coníferas y la broza (especies de poco mérito, situadas en la parte inferior de la escala ecológica) pueden usarse en sitios secos para devolverle al suelo una litera productiva. Una vez restablecida la litera y la porosidad edáfica superficial, podrá reintegrarse el bosque productivo bien naturalmente o mediante la siembra". Según Heiberg (10) este reemplazo puede hacerse en muchos sitios tan pronto como la cosecha tutora llega a una altura de uno a tres metros.

El cambio rápido que se opera en el ambiente después de remover el bosque tropical quedó demostrado en un estudio que llevó a cabo Brooks (6) en la isla de Trinidad. Brooks encontró que el poder de evaporación del aire aumentó inmediatamente cuatro veces y media, la insolación aumentó diez veces, la fluctuación en temperatura aumentó el doble y al cabo de ocho semanas el deterioro del suelo era bastante pronunciado.

El espaciamiento en las plantaciones en terrenos desnudos debe ser cercano para asegurar el desarrollo temprano de un dosel y restaurar las condiciones forestales. Los espaciamientos más satisfactorios son entre 1,6 y 2,6 metros en todas direcciones. Después de la plantación por lo general se nece-

sita desyerbar 45 cm. alrededor de los árboles hasta que éstos sobresalgan 66 cm. sobre la cubierta herbácea. La corta de bejucos y trepadoras se necesita por lo general durante más tiempo, hasta que se cierre el dosel.

El fracaso del sistema taungya en establecer plantaciones en Puerto Rico se ha debido principalmente a insuficientes conocimientos sobre la adaptabilidad de las especies arbóreas a los medios estacionales. Muchas de las plantaciones que se comenzaron por ese método no habían formado una cubierta forestal cuando ya la erosión había deteriorado el suelo. Sin embargo, el sistema en sí puede que no sea defectuoso. Debe dársele otra oportunidad cuando se encuentre una especie forestal de crecimiento rápido que se adapte a las condiciones especiales imperantes. Hasta la fecha el sistema debe considerarse como un método posible para la reforestación inicial de tierras desnudas y no como una técnica permanente de regeneración ya que no es adecuado para propósitos dasonómicos donde se conserva un dosel continuo. Si en el futuro se encuentra que la corta total puede efectuarse sin efectos perjudiciales, el sistema taungya podría llegar a ser el método favorito de regeneración.

Las dificultades inherentes a la plantación de cultivos puros de edades coetáneas en la zona de bosque tropical pluvial en las Indias Occidentales tienden a anular la perspectiva de que, al igual que en otras partes del trópico, las plantaciones puedan producir más que el bosque natural. Se justifica el estudio minucioso de las potencialidades de los métodos naturales de regeneración, por lo menos en los bosques existentes y también más tarde en las plantaciones que lleguen a su madurez. Los métodos naturales tienen la gran ventaja de que pueden ser efectivos aún si se aplican con crudeza, porque por lo menos se deja que la naturaleza elabore la asociación vegetal a su manera con invariable éxito, aún si el medio ambiente se lo impone el hombre.

En las Montañas de Luquillo la regeneración natural debe ser un objetivo selvicultural. La regeneración artificial debe continuar bajo investigación para aplicarse a los

sitios donde no sean satisfactorios los métodos naturales. En la naturaleza la regeneración de las mejores especies del bosque pluvial tiene lugar bajo una continua sombra parcial. Por lo tanto es aparente que los métodos selviculturales más seguros para llevar a cabo ese objetivo son las cortas de abrigo y de selección. Sin embargo por el presente se ha rechazado el sistema de cortas de abrigo porque requiere la corta de todos los árboles jóvenes del rodal y no hay evidencia de que ha de reaparecer ligero el repoblado natural de los mejores árboles. Además, un temporal podría fácilmente convertir un bosque aclarado en una selva de malezas llenas de bejucos y trepadoras la cual por muchos años no sería fácil de convertir otra vez a bosque productivo.

Un bosque de edades múltiples ofrece amplia protección al medio: los árboles más grandes se acostumbran al azote del viento y el sotobosque puede que sobreviva ante los huracanes llenando rápidamente los huecos que aparezcan en el dosel. En caso que la regeneración natural resulte inadecuada, el bosque de selección se adapta bien a la regeneración artificial bajo el dosel. Por regla general esto no es problema pues todos los rodales de edades múltiples lo suficientemente abiertos para lograr rápido crecimiento proveen suficiente luz para el desarrollo del repoblado. La reproducción natural en las Montañas de Luquillo es por lo general adecuada en cuanto a cantidad y las mejores especies están bastante bien representadas. En su mayor parte el problema de regeneración está confinado a los sitios más pobres.

La subplantación o regeneración artificial de bosques existentes es deseable en dos circunstancias:

- 1) Donde no hay ni puede obtenerse diseminado naturalmente en un período razonable de tiempo mediante la selvicultura.
- 2) Donde el diseminado presente o el que pueda obtenerse naturalmente en un período razonable de tiempo fuese de especies indeseables.

Un "período razonable de tiempo" quiere

decir, según usado aquí, que no excede 5 años ya que las condiciones favorables de dosel y suelo creados por la corta parcial desaparecen en su mayor parte durante ese período.

La subplantación aún está en etapa experimental en las Montañas de Luquillo y debe tratarse solamente en donde haya oportunidades excepcionalmente prometedoras de éxito. Debe confinarse a los sitios mejores y sólo en casos en que la especie a plantarse sea definitivamente superior a las ya existentes en el rodal. La subplantación parece más prometedora en el tipo tabonuco que en el tipo colorado. Hoy día se cree no se justifica donde no puedan instalarse especies maderables. Las áreas de más alta prioridad son aquellas que sólo tienen leña o especies pobres en un medio estacional bueno. Si en el estrato superior hay numerosas especies maderables grandes, la subplantación aporta comparativamente poco a la composición del rodal.

La subplantación merece estudiarse más a fondo. Aparentemente puede tener las mismas ventajas que la plantación en tierras desnudas: asegura el establecimiento oportuno y una buena composición en el próximo rodal. No se requiere un espaciamiento cercano de los árboles subplantados ya que el objetivo no es la formación de una cubierta arbórea y la sombra lateral es adecuada para asegurarle una buena forma a los árboles, sin apiñamientos. Además, si ha de preservarse un bosque de edades múltiples, sólo se necesitan algunos árboles en cada una de las clases según la edad. Son deseables las subplantaciones frecuentes a intervalos cortos y a espaciamientos grandes. La experiencia hasta la fecha indica que la época lógica para efectuar tal plantación es aquella inmediatamente después de la corta, cuando son obvios los claros en el dosel, sitio en el cual deben plantarse los árboles. El espaciamiento de los árboles aparentemente no tiene que ser menos de 8 metros o sea 28 árboles por hectárea. El lugar donde se planta el árbol debe determinarlo la presencia del claro en el dosel y por lo tanto no deben ha-

cerse esfuerzos por efectuar plantaciones en línea excepto en los casos en que es tan denso que puede dificultar la relocalización de los árboles para el desyerbo. Los árboles subplantados luego forman parte integral del rodal y se desarrollan igual que en la naturaleza pero reciben los beneficios de las cortas de liberación en época oportuna.

Métodos de Corta

La selección de los métodos de corta debe estar regida por el deseo de regenerar el rodal y asegurar el desarrollo óptimo de los árboles. La protección de cuencas hidrográficas y la regeneración de las mejores especies parecen requerir una ligera cubierta forestal continua, un bosque de edades múltiples y quizás eventualmente el sistema selvicultural de selección. Sin embargo, en el presente, para que el bosque llegue a adquirir los atributos ordenados de los rodales de selección, la selvicultura debe circunscribirse casi enteramente a mejorar el rodal en crecimiento en lo referente a cantidad, equilibrio y calidad.

Se cree que el sistema de selección es el más satisfactorio para los bosques de las Montañas de Luquillo por otras razones además de la continua protección que ofrece al suelo y al diseminado. Los rodales de edades múltiples resisten más el azote del viento que los rodales coetáneos. Clapp (8) al describir el huracán de 1937 en el nordeste de los Estados Unidos dice que en contraste con los rodales de edades múltiples que perdieron casi todos los árboles grandes, los rodales coetáneos se cayeron por completo en los sitios expuestos. Los árboles grandes de los rodales de edades múltiples por lo general crecen expuestos y desarrollan resistencia a vientos moderados. El sistema de selección produce anillos de crecimiento más uniformes que los demás sistemas debido a la represión inicial y la liberación gradual. Esto conlleva uniformidad en la resistencia, apariencia y encogimiento de la madera, caracteres que son muy importantes en madera de ebanistería y de construcción, los principales pro-

ductos proyectados. El sistema de selección no acarrea necesariamente daños graves al diseminado si se supervisa la corta adecuadamente. Además, todos los trabajos culturales pueden coordinarse con el aprovechamiento en una sola operación. El sistema se sirve del diseminado que se desarrolla normalmente bajo rodales bien ordenados.

A falta de experiencia real con cualquiera de los sistemas, el sistema de selección parecería el más seguro para la zona de las Montañas de Luquillo debido a que es el que más se acerca al sistema natural. Zon (29 p. 575) expresa bien la base de esta filosofía: "Mientras más compleja la forma de un rodal con mayor perfección asegura el bosque su bienestar."

La crítica mayor con que se objeta el sistema de selección es su complejidad. Requiere un discernimiento excepcional en el marqueo y guía de cada árbol a través de todas las etapas de su desarrollo. Algunas autoridades consideran el sistema tan difícil de llevar a la práctica que lo consideran meramente como una técnica interina hasta que se encuentre una forma satisfactoria para el tratamiento de rodales coetáneos. Puede que sea éste el papel que ha de desempeñar en las Montañas de Luquillo si resultare que las especies intolerantes bien sean nativas o exóticas, fueran las más productivas y si los otros sistemas resultan compatibles con el propósito de protección de cuencas hidrográficas. El sistema de cortas de abrigo puede que resulte satisfactorio en área protegidas. En Trinidad (6) y en Malaya (1, 27) parece satisfactorio en suelos livianos. Si el sistema de regeneración taungya tiene éxito en el futuro, algunas de las objeciones que se le presentan hoy día a la ordenación por edades coetáneas perderían fuerza. Cualquiera que sea el resultado final, la conversión de los rodales existentes en un bosque de selección primero y luego en un bosque de edades coetáneas sería preferible a sacrificar hoy varias clases de edad para crear un bosque de edades coetáneas, el cual hubiera que volver a cambiar si la reconversión fuere necesaria.

Eventualmente puede que los rodales coe-

táneos resulten mejores que los rodales de edades múltiples en las áreas del tipo colorado, en cuya superficie hay una capa orgánica de bastante espesor. Esa capa que aparentemente es dañina y hasta tóxica a las raíces de los árboles podría ser eliminada más efectivamente y podría evitarse que se volviera a formar por cortas periódicas seguidas por la plantación de una especie forestal adaptada que produzca una litera de descomposición rápida y menos apta a producir una capa de esa naturaleza (si tal especie existe). Se ha observado que esa capa es menos pronunciada donde el tipo colorado ha sido cortado intensamente. Además, después de la corta total hay una tendencia de invasión de parte de las especies del tipo tabonuco, lo cual posiblemente es una señal de mejora del sitio.

El sistema de selección presupone la conservación de un rodal básico en condición sana y cosechando frecuentemente su incremento. El rodal óptimo es aquel que provee el mayor rendimiento sostenido. El objetivo primordial de la práctica selvicultural es por lo tanto perpetuar un rodal de densidad, estructura y composición óptimas. Los conocimientos forestales en Puerto Rico son actualmente inadecuados para proveer base para otras conclusiones que no sean tentativas, en cuanto a la naturaleza de ese rodal óptimo. Sin embargo, como la estipulación de esas conclusiones es valiosa como guía las vamos a enumerar aquí. Estas conclusiones basadas en su mayoría en observaciones extensas de los diferentes tipos forestales de las montañas a las cuales parecen adaptarse de igual manera y basadas en los análisis de datos de cuarteles de crecimiento son como sigue:

1. Densidad

- (a) Claros en el dosel, mayores de 7 metros de diámetro permiten el indeseable desarrollo de bejucos y vegetación herbácea que es perjudicial a la futura productividad del rodal. (Véase la Fig. núm. 1).
- (b) Los árboles más altos del dosel deben tener un espacio libre de 2

metros en todas direcciones para dejar que entre suficiente luz para el crecimiento de los árboles dominados.

2. Estructura

- (a) El rodal debe estar bien equilibrado; es decir, que debe contener aproximadamente la misma área basimétrica para todas las clases diamétricas.
- (b) Los árboles más grandes no deben exceder por mucho el requisito mínimo en tamaño para madera aserrable, que no debe ser ciertamente mayor de 50 cm. de diámetro.¹

3. Composición.

- (a) Debe conservarse un bosque mixto que ofrece protección contra epidemias, que provee flexibilidad ante cambios de demanda y hace posible beneficiarse de los nuevos conocimientos selvícolas que surjan con respecto a especies poco conocidas hoy día.
- (b) Las especies arbóreas que no tienen valor actual ni potencial predecible o que sólo sirven para leña deben considerarse como indeseables y deben eliminarse gradualmente del rodal.
- (c) Debe llevarse al máximo la representación de las especies de madera de ebanistería y de construcción, excepto posiblemente entre los árboles jóvenes muchos de los cuales deben removerse en los aclareos antes de que las especies de madera aserrable estén listas para su aprovechamiento. Las mejores especies rollizas quizás producirían mejores rendimientos en estos aclareos que las especies de maderas aserrables.

1/ El diámetro de los árboles maduros que han de producir duramen para ebanistería pero cuya albura se deteriora deben ser de mayor diámetro que los de madera de construcción en los cuales la albura debe ser tan satisfactorio como el duramen. Los árboles de esta última categoría probablemente no necesitan tener más de 40 cm. de diámetro. En sitios donde la producción de madero aserrable no sea práctica el tamaño máximo debe ser aquel que se necesita para obtener el mayor producto práctico.

En ninguno de los rodales existentes hoy día concurren todas esas características. La densidad en el bosque virgen es el doble de la especificada para el rodal óptimo y puede que tenga hasta 50 árboles por hectárea cuyo diámetro sea mayor de 50 cm. en su madurez. Los rodales aclarados varían ampliamente en densidad pero en promedio la densidad es menor a la especificada. Tienen pocos árboles de más de 50 cm. de diámetro y por lo general son deficientes en árboles de diámetro mayor de 30 cm. Todos los rodales, ya sean vírgenes o aclarados contienen una amplia representación de especies de calidad inferior. En los rodales aclarados estas especies son más prominentes en las clases diamétricas mayores. En algunas áreas las mejores especies o son raras o están ausentes por completo.

La gran diferencia entre el óptimo y la condición real de los bosques canaliza el programa hacia el desarrollo del material en crecimiento a través de las cortas periódicas de mejora. En otros sitios han tenido éxito las cortas de mejora hacia ese propósito. Stebbing (22) describiendo los trabajos dasonómicos en la India, llegó a la conclusión de que la cosecha puede beneficiarse inmensamente en tales operaciones si las llevan a cabo funcionarios que tengan pleno conocimiento de los principios envueltos en la técnica del aclareo. Troup (25, p. lvi), refiriéndose también a la dasonomía en la India se expresa como sigue:

“Un método provisional de tratamiento cuyo objetivo principal sea la utilización del material a mano en calidad de árboles maduros y extramaduros de especies comerciables, a la par que salvaguarda el material futuro en todo lo posible debe continuar funcionando por muchos años más.”

La naturaleza de las cortas de mejora en el bosque extremadamente variable de las Montañas de Luquillo variará ampliamente de una hectárea a otra. Donde fuere necesario habría de incluir aprovechamiento, salvamento, aclareo, liberación y limpia, dependiendo el énfasis relativo de las condiciones imperantes en el rodal.

El proceso de mejora forestal toma tiempo. El rodal óptimo no puede obtenerse en una corta porque por lo general los árboles deseados no están presentes. Sin embargo, la densidad óptima puede obtenerse de inmediato siempre que la densidad inicial sea excesiva. Este debe ser uno de los objetivos principales en las primeras cortas, no importa hasta que grado pueda mejorarse la estructura y la composición. El aclareo de rodales densos hasta un área basimétrica de sólo 14 metros cuadrados por hectárea no ha acelerado perceptiblemente la erosión aún en suelos sueltos y cuarcíferos. En cortas subsiguientes puede continuarse la mejora de la estructura y la composición. Si se extraen los árboles más pobres, el incremento tiene lugar en los mejores árboles disponibles (Véase la Fig. Núm. 2.). No se puede pedir más durante este período de transición.

Una vez que la densidad llegue a su óptimo, las mejoras subsiguientes consisten en eliminar gradual y continuamente las especies indeseables y equilibrar las masas forestales en crecimiento. Según se va llegando al rodal óptimo, el rendimiento se tornará uniforme y provendrá de árboles que han llegado a la madurez y de los árboles más pequeños que estén estorbando o dominando a vecinos más prometedores.

En la práctica es importante cortar primero los árboles de inferior calidad que sean más grandes haciendo posible la determinación del daño que acarrea su remoción. Cuando se determine ésto y antes de que se retiren los leñadores pueden removerse los árboles jóvenes que todavía precisan extraerse. La corta de los árboles inferiores en el dosel no debe ser tan drástica que evite claridad en el estrato más bajo. Si se incurre en ese error el estrato más bajo, que a menudo consiste también de especies inferiores, sería el componente más beneficiado en la liberación. Aún después del aclareo en el dosel la densa sombra que proyectan estos grupos de árboles, por lo común de hojas opacas, evita el desarrollo del diseminado deseable que está por debajo de ellos. La mayoría de esos ár-

boles del sotobosque no brotan de cepa y pueden eliminarse fácilmente. Su eliminación gradual se considera un requisito previo al desarrollo del diseminado deseable en rodales comparables de Honduras Británica (23), India (7) y Malaya (27). Por el contrario, cuando la corta de árboles individuales en el estrato superior origina grandes claros en el dosel es necesario dejar árboles en el sotobosque para protección del suelo. En este caso se prefieren especies que proyecten sombra tenue ya que permiten el desarrollo del diseminado.

La selvicultura que se ha recomendado aquí es compleja, sin embargo tendrá que ser llevada a cabo por personal que no está versado en dasonomía avanzada. Este hecho hace necesario ciertos arreglos. La política de mejora debe expresarse en términos que pueda entender el marcador de los árboles, aunque ello sacrifique la calidad del trabajo. Es de suma importancia que el marcador tenga una idea clara de la densidad del rodal que es perseguida. Si ésta se conserva, los errores de apreciación en cuanto a los árboles menos deseables, que son los que precisa remover, será por lo general de menor importancia.

Es difícil redactar instrucciones simples para marcado de árboles a cortar. No es posible enseñar selvicultura por reglas breves. No hay información escrita que pueda reemplazar a la demostración en el sitio. Cuando se le enseña a alguien en el propio bosque, las reglas escritas sólo sirven para afianzar lo que ya ha aprendido. Sin embargo le recuerdan también los puntos que debe tener siempre en mente. La regla más simple sería no cortar ningún árbol que tenga más valor en el bosque que en el mercado. Esta regla sería inadecuada en el sentido de que no arroja ninguna luz en cuanto a como determinar el valor de un árbol en el bosque, la tarea primordial del marcador. De igual manera las reglas de corta no deben simplificarse a meros límites de diámetro. El tamaño de un árbol es solamente uno de los factores bajo los cuales deben regirse las cortas. El uso exclusivo de ese índice da como

resultado que se corte de más en unos sitios y de menos en otros. Las normas selviculturales desarrolladas aquí pueden expresarse en las siguientes reglas:

1. La corta debe confinarse a bosques, cuyos árboles más altos tengan las copas en contacto.
2. La corta debe reducir la densidad sólo lo suficiente para proveer a los árboles del dosel con un espacio libre de dos metros a su alrededor.
3. Los claros en el dosel no deben ser mayores de 7 metros de diámetro excepto en caso de que la remoción de un árbol grande individual cree una abertura mayor. No se cortarán árboles adyacentes a ese claro.
4. Deben cortarse primero los árboles más pobres. Donde haya que elegir entre dos árboles a cortar debe optarse por el que aparezca primero en la siguiente lista:
 - a) Árboles moribundos que se perderán pronto.
 - b) Árboles sin valor, aquellos que debido a su forma o a la especie a que pertenecen no habrán de rendir productos de valor en el futuro.
 - c) Árboles extramaduros, aquellos cuyo tamaño excede al óptimo en cuanto a rendimiento de los productos más valiosos.
 - d) Árboles maduros, que han llegado al tamaño óptimo para rendir los productos de más valor.
 - e) Árboles inmaduros, que no han llegado al tamaño óptimo para rendir los productos de más valor.
 - 1) Árboles de forma pobre
 - 2) Árboles de forma buena
 - a) Árboles de especies aptas para leña
 - b) Árboles de especies aptas para madera rolliza
 - c) Árboles de especies maderables.¹

¹ Los árboles de especies aptas para madero rollizo pueden preferirse sobre los de especies moderables en sitios que no tengan la capacidad de producir árboles de tamaño considerable. Las especies aptas para madero rollizo pueden constituir en todos sitios el 50 por ciento de aquella parte del rodal que tiene tamaño de poste o menor.

Se ha señalado el hecho de que debido a las irregularidades en los rodales actuales es imposible llegar a condiciones óptimas en la primera corta. El efecto que este tipo de corta tiene sobre el área basimétrica aparece en la tabla núm. 1. La tabla número 1 muestra que el efecto en ambos tipos es similar, siendo la corta algo más intensa en el tipo colorado debido a que allí hay exceso de árboles viejos y defectuosos. La corta en rodales ralos se limita al aclareo de grupos densos o a la corta de árboles moribundos. En los rodales densos no siempre es deseable un aclareo muy intenso debido a que el espeso dosel frecuentemente ha evitado el desarrollo de un sotobosque el cual precisa tenerse antes de abrir por completo el dosel. Según se ha propuesto, una primera corta reduciría el área basimétrica promedio de 16 a 11 metros cuadrados por hectárea en el tipo tabonuco y de 32 a 22 en el tipo colorado.

Tabla 1. — Efecto de la corta sobre el área basimétrica,^a por hectárea.

Área Basimétrica Original	Área Basimétrica Después de la Corta	
	Tipo Tabonuco ^b	Tipo Colorado ^c
m ²	m ²	m ²
5	4,6	4,3
10	8,0	7,6
15	11,5	10,6
20	14,8	13,2
25	17,7	15,7
30	20,6	18,1
35	22,8	20,4
40	24,7	22,3
45	26,4	23,9
50	27,9	25,3
55	28,9	25,4
60	29,9	27,4
65	31,2	28,4
70	31,9	29,1

^a Área basimétrica desde diámetro de 10 cm. o la altura del pecho.

^b Datos según curva obtenida de 59 cuarteles de 0.1 ha. en los valles de los ríos Grande, Espíritu Santo, Sabana, Momeyes, Jiménez y Cubuy (oeste).

^c Datos según curva obtenida de 47 cuarteles de 0.1 ha. en los valles de los ríos Grande, Espíritu Santo, Jiménez y Cubuy (oeste).

En términos de volumen los resultados son diferentes en los dos tipos debido principalmente a que los árboles del tipo tabonuco son más altos. En el tipo tabonuco no tan sólo es mayor el volumen removido sino que también el por ciento cortado, debido al volumen mayor de los árboles grandes cortados, en comparación con el rodal joven que se dejó. La tabla número 2 nos muestra el volumen removido mediante cortas selviculturales en los tipos descritos. En promedio, el volumen del rodal del tipo tabonuco se reduciría en la primera corta de 127,4 a 70 metros cúbicos por hectárea en comparación con el tipo colorado que reduciría de 183,4 a 115,5 metros cúbicos por hectárea.

Tabla 2. — Relación entre la densidad del rodal original y el rendimiento por hectárea.

Área Basimétrica Original	Volumen Cortado	
	Tipo Tabonuco	Tipo Colorado
m ²	m ³	m ³
5	2,9	2,1
10	10,1	7,7
15	19,6	14,3
20	30,1	24,5
25	43,0	33,9
30	58,1	46,2
35	75,6	58,8
40	95,2	73,1
45	117,5	87,8
50	150,4	103,2
55	186,8	118,9
60	230,9	134,7
65	274,3	151,5
70	321,9	168,3

La corta al liberar a los árboles jóvenes, tiende a acelerar su crecimiento. La tabla número 3 nos muestra el crecimiento en diámetro en el bosque talado. El promedio ponderado para el tipo tabonuco es casi tres veces mayor que en el bosque virgen. En el tipo colorado no se registró ningún cambio, índice aparente de la lenta aceleración después de tantos años de supresión.

Tabla 3. — Crecimiento en diámetro en el bosque talado*

Clase según la copa (al inicio)	Crecimiento Promedio Anual en Diámetro			
	Tipo Tabonuco		Tipo Colorado	
	Núm. de árboles	Cm.	Núm. de árboles	Cm.
Dominante	17	0,53	36	0,13
Codominante	37	0,58	56	0,13
Intermedio	539	0,38	473	0,10
Dominado	279	0,23	177	
TOTAL	864	—	742	—
Promedio Ponderado	—	0,35	—	0,10

*Datos de mediciones de cinco años en dos cuarteles de 0,2 hectáreas en cada tipo forestal.

Otro objetivo posible de la corta que merece atención es la posible transformación o conversión de un tipo forestal en otro. De los tres tipos forestales que se encuentran en el área productora de madera, es decir los tipos tabonuco, colorado y palmar, el primero supera por mucho a los demás en producción. El tipo tabonuco es más alto, contiene mayor representación de las especies mejores y crece más rápidamente que cualquiera de los otros tipos forestales. Las observaciones preliminares indican que la corta total en la zona de transición del tipo colorado tiende a favorecer la aparición de especies del tipo tabonuco en su lugar. Si esta conversión pudiera efectuarse tan sencillamente y si no tuviese lugar la erosión excesiva u otros daños podría justificarse esta práctica en gran escala. La clave del éxito o del fracaso en la conversión de tipos estriba en la naturaleza de la diferencia de los respectivos medios estacionales. Estas diferencias han sido previamente descritas (26) y parecen ser tan básicas que sólo parece posible una conversión muy limitada y ésta quizás sólo temporera.

La política de corta así bosquejada, si se usa con sentido común, puede producir una mejora marcada en la salud, composición y calidad de los rodales en ambos tipos fores-

tales. En ella se aprovechan los árboles extramaduros y los que se están deteriorando, antes de que éstos se pierdan. En ella se remueven los árboles que obviamente son menos deseables. En ella no se cortan implacablemente todos los árboles que se consideran de calidad inferior y por lo tanto no está sujeta a la subsiguiente crítica dado el caso que los árboles que ahora se consideran inferiores suban luego en valor. Protege el suelo y las cuencas hidrográficas, factores primarios en esta zona lluviosa y montañosa. Acelera el crecimiento del rodal debido a la liberación de los árboles dominados y el aclareo de los grupos muy densos. Aparentemente no aumenta necesariamente sus riesgos ante el azote de los huracanes. Conserva el bosque mixto y de edades múltiples según se encuentra en la naturaleza.

Sin embargo, en la práctica el método no es perfecto. Es difícil de supervisar. El remover pocos árboles en proporción al área implica un área grande de corta para un rendimiento específico en volumen. Las operaciones dispersas pueden ser una objeción seria debido a que es esencial una buena supervisión, bastante a mano. El método no asegura la reproducción de las especies deseables. (Sin embargo, se desconoce aún un método mediante el cual se obtenga esa re-

producción espontáneamente). Al mantener un ambiente forestal umbrío y en competencia este tipo de corta tiene tendencia de discrimen en contra de las especies intolerantes, muchas de las cuales son de crecimiento rápido.

La selvicultura es primordialmente una ciencia biológica y las técnicas aquí expuestas se han basado estrictamente en esas perspectivas. Se ha hecho un esfuerzo por sugerir métodos de corta que más rápidamente mejoren el bosque como fuente de productos para Puerto Rico. Sin embargo la selvicultura es práctica sólo hasta el punto en que pueda ponerse en vigor dentro de los límites financieros impuestos por el mercado. Se cree que tiene mérito desarrollar métodos de mejora forestal máxima sin tomar en consideración hasta qué grado las prácticas de corta puedan alcanzar esa finalidad. Con este objetivo esencial en mente el administrador forestal sabe lo que debe hacerse selviculturalmente en el bosque y puede servirse de los mercados temporariamente favorables o de otras condiciones que puedan ayudarle en el mejoramiento del bosque.

En el presente existe un buen mercado para las maderas de ebanistería y uno regular para madera rolliza y leña. Uno de los resultados de esa condición es que se está cortando la madera aserrable en los rodales donde la corta de postes y leña no resulta económica. Lo ideal sería tratar cada hectárea individualmente, dejándola en la mejor condición posible y que los productos busquen su mercado. Los árboles más pobres no tienen mercado alguno y deben eliminarse aunque cueste dinero. Dejar esos árboles después de vender lo aserrable no es una buena técnica selvicultural porque tiende a reforzar la representación de los árboles más pobres.

Los métodos de corta que proponemos aquí se basan en información fragmentaria en cuanto a ecología forestal y su reacción ante diferentes tratamientos. Están en proceso estudios sobre los efectos de la corta para consolidar esa base.

Selección de especies

El ambiente que impera en las Montañas de Luquillo es favorable para el crecimiento forestal. En ese área se han recolectado unas 220 especies arborescentes y probablemente un gran número de especies exóticas adicionales se adaptan también a ese sitio.

La productividad de muchas de las especies forestales de las Montañas de Luquillo es sólo conocida de modo muy incompleto pero es obvio que unas son superiores a otras a ese respecto. Los árboles que se adaptan a muchos usos diversos son generalmente más valiosos que los de uso limitado. Las especies forestales que alcanzan gran tamaño son mejores que las pequeñas porque además de poderse aprovechar en su menor tamaño, producen algunos productos mayores, los cuales no pueden obtenerse de árboles de poco tamaño. De igual manera los árboles típicamente rectos rinden todos los productos obtenibles de árboles torcidos además de los otros que requieren bolos rectos. Deben preferirse los árboles de maderas duraderas, los de rápido crecimiento y fácil reproducción.

La selección de las especies más deseables es una necesidad inmediata. La corta selectiva que se está llevando a cabo en el Bosque Nacional debe procurar el mejoramiento de las mejores especies a expensas de las inferiores. Para la reforestación deben seleccionarse también especies de calidad ya que su meta es más el asegurar una buena composición del bosque que acelerar la formación de una cubierta.

El principal producto propuesto o sea la madera de ebanistería merece respeto por su variada utilidad. Es un producto relativamente escaso porque requiere árboles grandes y rectos de especies de calidad superior. Si la madera de ebanistería ha de ser el producto fundamental del bosque, la selvicultura debe encauzarse hacia la máxima representación en el bosque de las mejores especies forestales capaces de producirlo. Existen dos circunstancias ya mencionadas que constituyen excepción a esa regla. Una de ellas

es en el caso en que debido a condiciones adversas de suelo o exposición el sitio no se adapta a la producción de árboles lo suficientemente grandes para la obtención de madera de ebanistería u otra clase de madera aserrable. El otro caso es aquel en que los suelos han sido tan degradados por el cultivo agrícola que no puede crecer ninguna de las mejores especies de ebanistería o de otras especies aserrables hasta tanto no se le devuelva su productividad con un rodal de especies menos exigentes. En tales áreas lo más que puede esperarse es el producto del siguiente tamaño o sea madera rolliza.

La determinación de las mejores especies madereras no es de por sí una base adecuada para el mejoramiento de la composición forestal por métodos silviculturales. Puede que no sea fácil ni práctica la regeneración de tales especies en tierras desnudas ni que tampoco lo sea su fomento en bosques existentes. Dado el caso que deban favorecerse otras especies más rústicas, ya sea temporera o permanentemente, sus valores relativos deben ser conocidos. Por lo tanto se hace necesario saber el valor relativo de todas las especies.

La fuente más confiable de especies forestales para la dasocracia es en la vegetación nativa. En un sentido las especies indígenas son todas superiores a las exóticas porque no cabe lugar a dudas sobre su adaptabilidad al sitio. Un rodal sano es superior a un rodal enfermizo sin tomar casi en cuenta las diferencias en productividad de las especies. El éxito de especies introducidas es incierto a lo largo de todo un turno. Después de dos siglos de pruebas los dasónomos europeos tienen una actitud pesimista en relación con las especies exóticas (5). Deben introducirse sólo en el caso de que no haya nativas que suplan su necesidad. En el nordeste de los Estados Unidos Spurr y Cline (21) encontraron que la plantación forestal fuera del área de distribución natural de los árboles algunas veces daba como resultado forma pobre y un crecimiento más lento más tarde en el turno. La perpetuación de tales plantaciones puede que presuponga la corta

uniforme, la exposición del suelo y su deterioro, invasión de otras especies y gastos repetidos en reforestación artificial. De más de 200 especies exóticas probadas experimentalmente en Puerto Rico menos de 20 señalan aunque sea éxito inicial. Algunas especies nativas de Puerto Rico deben clasificarse como exóticas en sitios de la isla fuera de su área de distribución natural.

Hoy día el conocimiento sobre las características silvícolas o de utilidad maderera no son adecuadas para establecer con seguridad la categoría exacta de las especies individuales. Además, es de esperar que la categoría de cada cual cambie según fuere la demanda. Sin embargo, actualmente esto no es gran obstáculo pues las especies más sobresalientes están presentes en cantidad tan limitada que no están en competencia directa entre sí. Además, es deseable tener un bosque de composición mixta, por lo menos en el presente, como protección contra epidemias. Por el contrario se sabe de muchas especies que son manifiestamente inferiores en valor actual como futuro. No hay duda que su remoción en favor de otras es una práctica beneficiosa.

La determinación del valor de una especie en dasonomía debe basarse tanto en la utilidad del árbol como en su costo de producción. Ambos factores son igualmente importantes pero ninguno es bien conocido con relación a la mayoría de las especies puertorriqueñas. El conocimiento de la utilidad de un árbol a base de más de cuatro siglos de utilización es mucho más satisfactoria que el conocimiento de los costos de producción que no han sido determinados hasta la fecha. Por lo tanto cualquier valoración de especies en esta fecha debe depender en mucho de la utilidad de la madera, usando los datos disponibles sobre productividad meramente como índice de valores relativos dentro de amplios grupos según utilidad. Con el tiempo puede que sea posible mejorar el suelo en el tipo colorado mediante cambios en composición. Osmaston (15) encontró que las hojas coriáceas (características del tipo colorado) es factor que contribuye a las pobres

condiciones edáficas al formar en algunos sitios un colchón que impide la debida aireación del suelo. Simms, Munns y Auten (20) llegaron a la conclusión de que las especies forestales características de los buenos sitios son las más que contribuyen a conservar la calidad del suelo.

El conocimiento de las cualidades deseables de las especies forestales a base de observación o experiencia es más confiable que el conocimiento de sus cualidades deseables, muchas de las cuales son menos aparentes y para poder ser probadas necesitan más experimentación que la que se ha hecho hasta la fecha. Sin embargo, la reputación de una madera no siempre es un índice confiable ya que muchas maderas de valor potencial pueden ser poco conocidas por ser raras. La manera lógica de abordar la solución parece ser eliminando las especies que se sepan inferiores, empezando con las de menos valor.

Obviamente las especies que deben eliminarse son las que carecen de utilidad actual y tienen poco valor futuro predecible. Aquí se incluyen aquellas especies que crecen hasta sólo 2,5 a 5 cm. de diámetro (lo cual las hace difíciles de aprovechar eficientemente) o aquellas que producen madera sin valor. En la misma categoría caen quizás aquellas de tan poca utilidad que la fuente excede en mucho a la demanda. Estas son las especies inútiles.

Después de las especies inútiles el grupo que le sigue parece incluir aquellas especies cuyo valor principal no es la madera. Entre los productos que de ellas se obtienen están las frutas para consumo humano o doméstico. La baja categoría de estas especies no se basa en la inferioridad de estos productos, los cuales tienen alguna demanda, sino en el hecho de que su producción eficiente generalmente requiere condiciones incompatibles con la dasonomía maderera. Las frutas del bosque raramente llegan al mercado ya que en su mayoría se consumen en las cercanías. Parece que su producción es más lógicamente una función de las fincas de la región, donde están más asequibles y reciben mejores

cuidados. Estas son las especies de cosecha subsidiaria.

La leña es el uso inferior que se da a la madera en el área y las especies que sólo rindan ese producto deben considerarse inferiores. Este grupo consiste de dos categorías: (1) especies cuya madera es muy débil para retener bien los clavos y muy blanda para alisar bien y (2) especies que usualmente no producen un bolo recto y cilíndrico de 2.6 metros o más de largo. El primer grupo incluye especies de gran tamaño pero inadecuadas para usos superiores. Los troncos de los árboles en el segundo grupo son por lo general tan cortos que no sirven ni para espeques. Estas son las especies de leña.

El próximo uso ascendente requiere piezas cortas y rectas de poco tamaño para estacas y espeques. Las especies que se adaptan a esta utilización generalmente tienen un tronco cilíndrico bastante recto, de por lo menos 2.6 metros de alto, que por lo general no pasa de 4. El diámetro que alcanzan los árboles no es importante, ya que aún las especies grandes de este grupo no se adaptan a los usos que requieren diámetros grandes. Estas son las especies de espeques.

Las especies que comúnmente producen bolo recto, cilíndrico y de 4 metros o más pueden usarse para leña y espeques así como para productos más largos. Su clasificación se basa principalmente en el diámetro que alcanzan. El grupo menos valioso incluye especies que llegan a sólo 20 cm. de diámetro. Estas sirven principalmente para postes en construcciones rurales. Estos postes son más valiosos que los espeques y justifican el ser transportados a mayores distancias del bosque. Estas son especies de postes pequeños.

Las especies que producen un bolo recto de 4 metros o más de largo y que comúnmente alcanzan de 20 a 40 cm. de diámetro tienen valor adicional como espeques pesados y postes para edificios, construcciones pesadas, traviesas, yugos y grúas. Estas son especies de postes grandes.

Las especies de buena forma y que cre-

cen comúnmente hasta 40 cm. de diámetro o más son generalmente útiles como madera aserrable. La madera aserrable puede requerir diámetros de sólo 25 a 30 cm. (mayor si la albura no tiene valor) pero como la mayoría de los árboles que se ven en bosques impertrubados probablemente han rebasado cualquier turno técnico y práctico, el límite en diámetro se fijó en 40 cm., asumiendo que cualquier especie que corrientemente llegue a ese tamaño probablemente llegue a la dimensión mínima para madera aserrable antes de que comience el crecimiento lento de la vejez. Las especies de madera aserrable generalmente se adaptan también a la mayoría de los usos ya descritos.

El uso inferior para madera aserrable es en construcción general, que incluye tablas, vigas y tablones para interiores y exteriores. Las especies aserrables que se adaptan principalmente a esta utilización se clasifican como especies de construcción.

Los requisitos más exigentes son los de ebanistería, paneles y tornería que demandan no sólo dimensiones aserrables sino que además maderas atractivas y fáciles de trabajar. Dejen pulir bien, no deben rajarse y su peso específico debe fluctuar entre 0,40 y 0,75. Las especies que llenan estos requisitos se denominan especies de ebanistería.

La relación entre las diversas clases que hemos descrito puede verse mejor en forma de clave. Más abajo aparece la clave en el orden inverso al descrito, de manera que las más valiosas aparecen primero. La clase más alta en la cual caiga una especie dada es su uso óptimo y en el cual debe aprovecharse. Los árboles individuales de cualquier especie cuya forma sea mucho más pobre que lo corriente deben relegarse a usos de categoría menor a la que se adapta la especie, de acuerdo con las reglas de marcado que ya hemos presentado. Otros árboles puede que tengan que cosecharse antes que lleguen al tamaño requerido para su uso óptimo debido a que su presencia en el bosque ofrece competencia excesiva a los árboles de especies de mejor calidad, adaptadas a usos de más categoría.

1. Especies de valor positivo en su madurez.
2. Especies de valor, principalmente por su madera.
3. Especies cuya madera es lo suficientemente fuerte y dura para ser ampliamente usada.
4. Especies que por lo general producen un bolo recto y cilíndrico de por lo menos 4 metros de largo.
5. Especies que comúnmente crecen hasta por lo menos 40 cm. de diámetro.
6. Especies que producen maderas atractivas y fáciles de trabajar.
Especies de madera de ebanistería
6. Todas las demás especies.
Especies de madera de construcción
5. Especies que comúnmente crecen hasta por lo menos 20 cm. pero que no pasan de 40 cm. de diámetro.
Especies de postes grandes
5. Todas las demás especies.
Especies de postes pequeños
4. Especies que usualmente producen un bolo cilíndrico, bastante recto y de por lo menos 2,6 metros pero no más de 4 metros de largo.
Especies de espeques
4. Todas las demás especies.
Especies de leña
3. Especies que producen maderas muy débiles para aguantar clavos o muy blandas para alisar bien.
Especies de leña
2. Especies cuyo valor principal no es la madera.
Especies de Cosechas Subsidiarias
1. Especies sin valor actual y de poco valor predecible en el futuro (incluyendo las especies peligrosas por contener materias irritantes o veneno).
Especies sin valor

La información que se usó para clasificar las especies según esta clave ha sido derivada de muchas fuentes, la principal de las cuales ha sido la literatura a mano. Se estudiaron todas las referencias conocidas relativas a los árboles que crecen en las Montañas de Luquillo y además las conclusiones de más de seis años de experiencias personales. Algunas veces, a falta de información impresa, se usaron las opiniones confiables de madereros.

Una clasificación de esta índole es local. Dos de sus bases más importantes son tamaño y forma del árbol, factores que no son necesariamente iguales en otros sitios. Ciertas especies locales crecen más en otras partes de su área de distribución geográfica. La clasificación atañe mayormente a los usos futuros probables en vez de los usos del pasado. Ciertas especies que tenían una reputación establecida por la abundancia de árboles grandes y muy viejos en los bosques vírgenes fueron catalogadas más bajo porque su lento crecimiento eleva mucho su costo de producción. Otras especies sin reputación establecida se han colocado en clases que corresponden a su uso probable más alto.

Las especies de ebanistería nativas de las montañas aparecen en la tabla número 5. No hay necesidad inmediata de seleccionar la mejor de estas especies para el tipo tabo-nuco y en el tipo colorado no hay selección posible. Estas especies no son lo suficientemente comunes para estar en competencia directa entre sí. Sin embargo, ciertos datos ecológicos disponibles que vamos a enumerar proveen una medida de las ventajas y limitaciones relativas de cada especie.

1. Tamaño del árbol. — Mientras más grande sea un árbol en la naturaleza mayor es la probabilidad de que crezca rápidamente a través de su turno técnico. En igualdad de condiciones las especies que alcanzan 61 o 91 o más cms. de diámetro deben preferirse sobre las demás que no llegan a ese tamaño. Los datos sobre crecimiento

máximo de árboles se basan en observaciones en rodales viejos.

2. Resistencia de los árboles a los huracanes. — Deben preferirse aquellas especies que desarrollan un sistema radical extenso y bien anclado, que tienen una madera fuerte y una copa compacta. Bates (3) ofrece datos sobre daño por huracanes, los cuales son la única base para la clasificación aquí presentada.
3. Resistencia de los árboles al ataque de insectos y enfermedades. — La clasificación a este respecto es posible sólo a base de las observaciones en rodales naturales. No han tenido lugar epidemias espectaculares.
4. Resistencia de la madera a la polilla. — El origen local más importante de depreciación de la madera es la polilla. Se han usado para la clasificación a este respecto los hallazgos de Wolcott (28), considerando que las maderas en sus grupos "AA" y "A" (equivalentes o mejores que capá prieto) son de elevada resistencia, las del grupo "B" (entre laurel sabino y capá prieto) como intermedias y todas las demás como poco resistentes. La resistencia a los termites es un requisito de los muebles de buena calidad pero como se están desarrollando tratamientos simples con preservativo para las maderas que no son resistentes por naturaleza, puede que la resistencia natural se torne de menos importancia.
5. Tolerancia. — La ordenación forestal de rodales de edades múltiples requiere especies de cierto grado de tolerancia, ya que la mayor parte de la vida de los árboles en tales bosques se desarrolla en competencia con árboles más grandes. El diseminado de las especies intolerantes requiere claros en el dosel tan grandes que los bejucos y trepadoras invaden e interfieren con el desarrollo del rodal. Aquí se ha determinado la tolerancia a base principalmente de observaciones en roda-

les viejos.

6. Compás de crecimiento. — En este caso deben considerarse también las condiciones en el bosque de selección. Lo que cuenta no es el compás máximo de crecimiento bajo condiciones ideales sino el compás de crecimiento dentro del bosque. Los datos usados aparecen en las tablas 4, 6 y 8, recopilados de cuarteles permanentes de prueba en el área montañosa de Luquillo. Se trata de registros de crecimiento de árboles codominantes e intermedios típicos de rodales ordenados en períodos de cinco a ocho años. La clase según la edad no es el único índice para comparar el crecimiento de diferentes árboles, ya que deben tomarse en cuenta la edad, el tamaño de la copa y otros factores pero aún no hay datos adecuados para tal comparación. Las cifras de esas tablas son medias aritméticas del crecimiento promedio en cada una de estas clases según la copa. En lo absoluto este crecimiento es más lento de lo que habría de esperarse en rodales bajo ordenación por-

que están basados parcialmente en las condiciones densas de los rodales vírgenes. Sin embargo la posición relativa de las especies es probablemente bastante confiable, al menos donde se midieron muchos árboles.

7. Capacidad reproductiva. — La capacidad reproductiva de una especie tiene una relación importante con la facilidad con que puede ordenarse. En igualdad de condiciones las especies que por naturaleza se reproducen abundantemente deben preferirse sobre aquellas que precisa establecer artificialmente. La determinación de esta característica se ha basado enteramente en observaciones personales.

En la tabla número 5, (véase la página 111) aparecen las características silvicas de las especies de madera de ebanistería. Aunque algunas de estas características resulten ser más importantes que otras, la suma de las cifras para cada especie da un índice del valor relativo de la especie. Las especies de la tabla número 5 aparecen en orden descendente de acuerdo con su valor.

Tabla 4. — Compás de crecimiento de especies de madera de ebanistería.

Especie	Número de Árboles Medidos	Crecimiento Anual en Diámetro*
Guaraguao	3	0,89
Granadillo	15	0,66
Masa	14	0,51
Tabonuco	179	0,36
Nuez moscada	17	0,25
Laurel sabino	46	0,15

*Medidas aritméticas de crecimiento de árboles codominantes e intermedios en cuarteles de cinco a ocho años de edad.

En la tabla número 6 aparecen datos de crecimiento de especies codominantes e intermedias, de madera de construcción.

Tabla 6. — Compás de crecimiento de especies de madera de construcción.

Especie	Número de Árboles Medidas	Crecimiento Anual Promedio en Diámetro*
Roble	36	0,63
Laurel avispillo	4	0,61
Ausubo	40	0,51
Motillo	30	0,48
Higuerillo	2	0,25
Guajón	4	0,23
Caimitillo	144	0,15
Caimitillo verde	514	0,13
Aguacatillo	8	0,10
Taonabo	3	0,10

* Medias aritméticas de crecimiento de árboles codominantes e intermedias en cuarteles de cinco a ocho años de edad.

En la tabla número 7 (véase el texto en inglés) aparece la clasificación de las especies de madera de construcción. Existen en mayor número y son por lo general más comunes que las maderas de ebanistería y por lo tanto se encuentran más a menudo en competencia entre sí en el bosque. Las características que sirven para diferenciar las especies son dos más además de las enumeradas para las especies de madera de ebanistería: resistencia mecánica de la madera y resistencia a la podredumbre.

En la tabla número 8 aparecen los datos de crecimiento de los árboles codominantes e intermedios de algunas especies que sirven para la obtención de postes grandes.

Tabla 8. — Compás de crecimiento de las especies de postes grandes.

Especies	Número de Árboles Medidas	Crecimiento promedio anual en diámetro*
Maricao	8	0,96
Laurel geo	8	0,94
Gallina	15	0,81
Mato	47	0,69
Guamá	14	0,58
Negra lora	2	0,53
Achiotillo	21	0,50
Hueso blanco	12	0,50
Yagrumo macho	54	0,36
Moca	8	0,13
Jusillo	292	0,10
Nemocá	72	0,10

* Medias aritméticas de crecimiento de árboles codominantes o intermedias en cuarteles de cinco a ocho años de edad.

En la tabla número 9 (véase la página 114) aparecen estas especies clasificadas según rango usando el mismo criterio utilizado en el caso de las maderas de construcción. Se hizo un cambio en las clases según el tamaño ya que los árboles que sirven para postes tienen generalmente menos de 40 cm. de diámetro. Los árboles de la clase 1 alcanzan hasta 20 cm. de diámetro, los de clase 2 hasta 25 cm. y los de clase 3 hasta 35 cm. o más.

Los tres grupos de especies enumerados incluyen todas aquellas que se consideran hoy día como las mejor calificadas para constituir la cosecha primordial de las Montañas de Luquillo. Justipreciando aproximadamente cada especie dentro de su grupo hace posible hacer una lista de las especies según el orden de valor descendente, proveyendo una base para favorecer la que sea en las cortas de mejora. Deben favorecerse las especies de ebanistería siempre que fuere posible, por lo tanto son las primeras que aparecen en la lista. En otros sitios puede que se adapten mejor otras que no están en la lista. Los nombres científicos aparecen al final del texto en inglés.

Tipo Tabonuco

Guaraguao	Laurel sasafrás
Tabonuco	Mago
Masa	Moca
Granadillo	Laurel geo
Nuez moscada	Maricao
Capá blanco	Hueso blanco
Capá prieto	Maricao verde
Ausubo	Guamá
Caracolillo	Negra lora
Jácana	Guara
Motillo	Palo de mato
Higuerillo	Laurel bobo
Algarrobo	Laurelillo
Roble	Espino rubial
Mamey	Guácima
Laurel avispiello	Achiotillo
Guajón	Yuquilla
Caimito	Laurel roseta
Laurel 1	Laurel 2
Aguacatillo	Gallina
Jagua	Yagrumo macho

Tipo Colorado

Laurel sabino	Nemocá
Caracolillo	Cupeillo
Caimitillo	Negra lora
Caimitillo verde	Camasey jusillo
Taonabo	Oreganillo
Colorado	
Guayabota	

Las listas que aparecen anteriormente incluyen 42 especies para el tipo tabonuco y 12 especies para el tipo colorado. En cada hectárea del bosque se encuentran varias de estas especies de manera que sirve de guía para elegir favoreciendo las que ocupen lugar más alto en la lista. Las especies que no aparezcan en estas listas deben eliminarse del bosque tan rápidamente como lo permita el método de cortas selectivas. En vista de ésto no parece necesario mayor discernimiento en cuanto a clasificación según valor pero en el caso de que los rodales consten casi por completo de estas especies inferiores, deben eliminarse primero las especies más pobres. Por esta razón se hizo una larga lista de 169 especies catalogadas según

su valor pero por ser de índole principalmente local no vamos a publicarla aquí.

Para la subplantación, práctica que parece deseable en los rodales más puros, la selección de especies requiere información selvícola más completa que la selección de especies que deben favorecerse entre las ya presentes. Tales especies no sólo deben poseer los atributos de las mejores especies del rodal sino que deben ser fáciles de propagar artificialmente y una vez establecidas deben ser lo suficientemente más productivas que las especies del estrato superior que justifique el costo de su instalación. Deben recibir primera consideración las mejores entre las especies nativas, que están inadecuadamente representadas en muchos rodales y que se adaptan bien a los medios estacionales. La mejor capacidad de producción de las exóticas sobre las nativas no podrá establecerse hasta que no tenga lugar verdaderamente, o sea al final de un turno completo.

El requisito que justifica la subplantación o sea que debe aumentar materialmente la productividad del bosque, descualifica a cualquier especie que no rinda el producto óptimo que el rodal es capaz de producir. Esto significa que la subplantación debe introducir especies de madera de ebanistería en el tipo tabonuco y madera aserrable o madera de postes largos en el tipo colorado.

Ya se ha intentado la subplantación de un número de las mejores especies nativas (13). Hasta la fecha los resultados sirven como una base para las recomendaciones en cuanto a la necesidad de mayor investigación y en cuanto a algunas especies que deben eliminarse del programa de investigación, al menos por el momento. En el tipo tabonuco el guaraguao se muestra muy prometedor. Los brinzales abundan en algunas áreas y proveen buen material de siembra. La propagación en el vivero también es sencilla. La supervivencia de la siembra es elevada. El tabonuco y la masa han resultado más difíciles porque la supervivencia de la siembra es

baja a menos que se trasplanten con cepellón, lo cual aumenta materialmente los costos de plantación. El granadillo se ha probado sólo en muy pequeña escala debido a la rareza de su fructificación. La nuez moscada se propaga fácilmente por siembra directa y merece que se hagan más pruebas con ella. El capá prieto se propaga fácilmente, tiene un crecimiento inicial espectacular si recibe luz vertical directa y es una de las especies más prometedoras entre las probadas hasta la fecha. Sin embargo, bajo condiciones similares en Trinidad, una enfermedad chancrosa destruyó las plantaciones de esta especie. El capá blanco se considera muy intolerante para la subplantación.

En el tipo colorado la subplantación con especies nativas no promete mucho adelanto en productividad. Virtualmente todos los árboles en este tipo crecen muy lentamente. El laurel sabino raramente produce semillas fértiles y no debe tomarse en cuenta al menos por el momento. En los mejores sitios debe probarse la propagación y subplantación de caracolillo. El crecimiento de caimitillo, caimitillo verde, guayabota, nemocá, negra lora y camasey justillo ha resultado ser muy lento en el vivero, lo cual puede impedir que se usen estas especies en gran escala. No se sabe nada sobre la propagación de taonabo, cupeillo y oreganillo. En algunas áreas la regeneración natural de caimitillo, caimitillo verde y camasey jusillo es abundante y la subplantación con brinzales de estas especies puede que resulte práctico en otros sitios. Las primeras dos de estas especies son probablemente sensitivas a la plantación a raíz desnuda, a juzgar por los resultados obtenidos con otros miembros de las Sapotáceas.

Por lo tanto las especies nativas recomendadas para la subplantación experimental en el tipo tabonuco son: guaraguao, nuez moscada y capá prieto. En el tipo colorado la única especie que parece lo suficientemente superior a las otras especies nativas para justificar su subplantación es el caracolillo pero su uso general debe aguardar a que se investigue más.

La subplantación con especies exóticas

envuelve incertidumbre en cuanto a adaptabilidad al sitio, lo cual no ocurre con las especies nativas. Sin embargo, como en los trópicos de ambos hemisferios hay tantas especies forestales que crecen en ambientes similares a los de las Montañas de Luquillo es posible que algunas se desarrollen bien en este área. Puede que algunas aventajen a las nativas en productividad.

La especie exótica más notable entre las subplantadas hasta la fecha en el tipo tabonuco es la caoba hondureña. Esta excelente madera de ebanistería está creciendo bien en los mejores sitios y debe aumentarse el área de las plantaciones. No ha aparecido en Puerto Rico la podredumbre de la raíz que destruyó las plantaciones de esa especie en Trinidad. Otra especie que aún no se ha establecido satisfactoriamente pero que merece investigación intensiva por la superioridad de su madera es el cedro español (*Cedrela odorata* L.). Almendrón y cedro toona han sido establecidos en el tipo tabonuco en pequeña escala y parecen tener éxito. (Almendrón es nativa de Puerto Rico pero es exótica en las Montañas de Luquillo). Recientemente en el tipo colorado se han probado tres especies de bambú: *Bambusa tuldoidea* Munro, *B. longispiculata* Gamble ex Brandis y *Dendrocalamus strictus* Nees pero los resultados aún son inciertos. Siendo una graminea, el bambú puede que se adapte mejor que los árboles a los suelos de pobre drenaje de este tipo forestal de altura. Los bambuales de altas elevaciones en Africa y la India puede que sean el equivalente del tipo palmar de las Antillas (4). Tres especies exóticas de madera de ebanistería: caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* L.), teca (*Tectona grandis* L.) y maga (*Montezuma speciosissima* (Sesse & Moc) Dubard) no se han adaptado a los medios estacionales del tipo tabonuco. Aunque la maga es nativa de Puerto Rico, es exótica en las Montañas de Luquillo.

La siguiente lista incluye especies exóticas aserrables de regiones climáticas similares de los trópicos de este hemisferio, las cuales aún no se han ensayado pero que

parecen merecer investigación. Probablemente otras tantas por lo menos podrían sugerirse oriundas de Africa y el Lejano Oriente. (Véase la lista en la página 117 del texto en inglés.)

Para la siembra en el campo la selección de especies merece tomar en cuenta otra característica. Aunque los atributos antes mencionados son deseables, la capacidad de las especies para sobrevivir ante condiciones adversas de exposición y degradación del suelo y para competir y dominar a la demás vegetación menos deseable es el índice primario para la evaluación en este respecto. Si la especie seleccionada es inferior en los demás aspectos puede que resulte posible aprovechar su cosecha temprano ya sea para espeques o postes y para esa fecha en el suelo mejorado subplantar con especies menos rústicas pero de superior calidad. Los plantíos mixtos no han tenido éxito hasta la fecha porque por lo general una especie elimina a las otras antes de que estén listas para su aprovechamiento. Deben hacerse más pruebas en cuanto a plantaciones mixtas.

La experiencia ha demostrado que las mejores especies del bosque son generalmente incapaces de sobrevivir y crecer satisfactoriamente cuando se siembran en tierras yermas (13). Entre esas especies se encuentran las siguientes para el tipo tabonuco:

Acacia amarilla
 Algarrobo
 Ausubo
 Caoba dominicana
 Caoba hondureña
 Capá prieto
 Cedro
 Eucalipto (*E. citriodora* and *E. rostrata*)
 Guaraguao
 Guayabota
 Higuerrillo
 Maga
 Moca
 Nuez moscada
 Tabonuco
 Teca
 Tortugo amarillo

Entre las especies cuya adaptación ha

probado ser satisfactoria bajo ciertas condiciones pueden mencionarse:

Capá blanco
 Cassia de Siam
 Eucalipto (*E. alba* y *E. robusta*)
 Jácana
 María
 Maricao
 Pino
 Roble

Roble (*Tabebuia pallida* Miers) es la mejor especie nativa para la plantación en el campo. Invade espontáneamente los claros y donde no esté presente puede instalarse con facilidad por medio de brinzales que abundan en el bosque. Las plantaciones dominan rápidamente a bejucos y trepadoras pero pueden conservarse lo suficientemente abiertas para posibilitar el subsiguiente desarrollo de los árboles subplantados.

María (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) es la mejor de las especies exóticas probadas. (Es nativa de Puerto Rico pero su distribución natural no abarca las Montañas de Luquillo.) Su crecimiento no es rápido pero compite bien con la demás vegetación. Todavía no se sabe que tamaño alcanzará esta especie en las montañas. El pino australiano (*Casuarina equisetifolia* Forst) y el eucalipto (*Eucalyptus robusta* Smith) crecen muy rápidamente. Ya para los tres o cuatro años el pino ha creado condiciones forestales. Puede que el eucalipto nunca lo logre pues aún en plantaciones viejas no provee sombra suficiente para matar la otra vegetación. Además, los hallazgos en otros sitios (12) indican que el eucalipto es muy susceptible a daños por los huracanes, más aún que el pino.

Debe continuarse la investigación de otras especies en cuanto a plantación en el campo. Entre las especies nativas el caracolillo merece investigarse. Algunas exóticas que prometen son las especies introducidas recientemente de los géneros *Tabebuia* y *Casuarina* y el mahoe (*Hibiscus elatus* Sw.)

(Al final del texto en inglés aparece la lista de nombres científicos de las especies mencionadas y la bibliografía mencionada en paréntesis a través del texto.)



UNITED STATES

ATLANTIC OCEAN

MEXICO

GULF OF MEXICO

PACIFIC OCEAN

GUATEMALA

SALVADOR

HONDURAS

NICARAGUA

COSTA RICA

PANAMA

CARIBBEAN SEA

CUBA

JAMAICA

HAITI

DOMINICAN REPUBLIC

PUERTO RICO

BAHAMA ISLANDS

GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA

TRINIDAD

COLOMBIA

VENEZUELA

BR. GUIANA

19622
T2023

The Caribbean Forester



LIBRARY
OCT 19 1952

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME 13, NUMBER 4

OCTOBER 1952

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done towards this end through out the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dédiée a encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraïbe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte volontiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactylographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être adressés au **Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.**

La revue laisse aux auteurs la responsabilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

"The printing of this publication has been approved by the Director of the Bureau of the Budget (August 17, 1950)".

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Cuarta reunión de la Comisión Forestal Latinoamericana	143
Ordenación de los bosques higrofíticos y subtropicales de Misiones, Argentina	145
<i>Domingo Cozzo, Argentina</i>	
Forest management in the subtropical rain forests of Misiones, Argentina	165
<i>(Traducción del artículo anterior)</i>	
The Natural vegetation of the Windward and Leeward Islands — A review	173
<i>Frank E. Egler, United States</i>	
Juicio crítico sobre la obra de J. S. Beard "Vegetación natural de las Islas Barlovento y Sotavento"	176
<i>(Traducción del artículo anterior)</i>	
The vegetation of British Guiana — A review	179
<i>Tropical Forest Experiment Station, Puerto Rico</i>	

Cuarta Reunión de la Comisión Forestal Latinoamericana

La Comisión Forestal Latinoamericana celebró su cuarta reunión en Buenos Aires, Argentina, entre el 16 y 23 de junio de 1952, estando representados los siguientes países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Estados Unidos, Francia, Honduras, Méjico, Países Bajos, Paraguay, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

Durante la primera sesión se formaron las tres sub-comisiones siguientes: Asistencia técnica, Instituto latinoamericano y Centros de capacitación y Política forestal.

El grupo de Asistencia técnica recomendó a los gobiernos con Misiones de la Organización para la Agricultura y la Alimentación que asignen siempre los técnicos nacionales necesarios para que se puedan obtener los mejores resultados; que traten de regionalizar los estudios locales que puedan tratarse en forma conjunta y que se continúen las becas de estudio y los centros de enseñanza y entrenamiento.

El comité de Instituto Latinoamericano de Investigaciones y Enseñanza Forestales y Cursos de Capacitación Forestal decidió que el establecimiento de un instituto de esa naturaleza constituye un instrumento de vital importancia para el estudio de los problemas forestales. Fué propuesta y aceptada la Universidad Nacional de los Andes en Venezuela como sede central del Instituto. Se consideró también que deben establecerse seis centros en sitios estratégicos por sus características forestales peculiares, a saber:

- 1) Méjico y América Central
- 2) Caribe
- 3) Andes tropicales
- 4) Andes meridionales
- 5) Paraná - Plata - Paraguay
- 6) Amazonia

Para esas zonas han sido ofrecidas las siguientes como sedes respectivas.

1) Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Costa Rica.

2) Estación Experimental Forestal Tropical en Puerto Rico.

3) Estación Tingo María, Perú.

4) Universidad de Concepción, Chile.

La comisión consideró conveniente acoger la moción de la FAO sobre la necesidad general de capacitar teórica y prácticamente al personal profesional, técnico y administrativo en el conocimiento de los problemas forestales de carácter general o regional mediante seminarios o cursos en los países que se determinen.

La Comisión recomendó:

1) Que la FAO obtenga información detallada acerca de los problemas forestales de mayor importancia que puedan ser objeto de estudio mediante curso o seminario.

2) Que las sugerencias de la FAO deben ser estudiadas por los países y contestadas dentro del plazo que les fije la FAO.

3) El desarrollo de los cursos será gradual y ascendente, de acuerdo con las posibilidades materiales de que disponga la FAO.

La Sub-comisión de Política Forestal recomendó:

1) Que por ser de incalculable importancia para la economía de los países la divulgación de las aptitudes industriales de especies cuya utilización está poco difundida actualmente aconseja a los diversos gobiernos que contribuyan al conocimiento y mayores aplicaciones de las especies forestales autóctonas que puedan reemplazar en igualdad de condiciones a otras indígenas o exóticas actualmente empleadas.

2) Que se evite el despilfarro en el aprovechamiento de productos forestales.

3) Que debe autorizarse el establecimiento de plantas industriales forestales que sigan las normas técnicas que aseguren un abastecimiento normal y permanente y una producción de elevado rendimiento y calidad.

4) Que es conveniente la ordenación y aprovechamiento racional de los bosques mediante estudios técnicos.

5) Que se fomenten préstamos a largo plazo y bajo interés para obras de forestación y reforestación.

La Comisión tomó conocimiento del programa de acción elaborado por la FAO para desarrollar y descentralizar la producción mundial de pulpa y papel. Recomendó que se facilite el intercambio y comercio de especies forestales de rápido crecimiento que se destinen a la creación de macizos forestales para la fabricación de pulpa.

La Comisión recomendó al Director General de la FAO que se organice un solo Congreso que tendría el doble carácter de Quinto Congreso Forestal Mundial (que habría de celebrarse en 1954) y Congreso Forestal Tropical Internacional (que se planeó para 1953) y que se celebre preferiblemente en un país situado en la zona tropical.

La Comisión tomó conocimiento de las gestiones realizadas conjuntamente por la FAO y el Gobierno de Australia para organizar bajo el Programa Ampliado de Asistencia Técnica un viaje a Australia para efectuar estudios sobre el género *Eucalyptus*. Esta iniciativa constituye una valiosa ayuda a los países latinoamericanos para que sus técnicos adquieran un completo conocimiento de las posibilidades de esta especie de importancia mundial.

En relación con la celebración de la Fiesta del Arbol en los diversos países la Comisión consideró que era difícil sincronizarla para la misma fecha en toda la América Latina y determinó que esta ceremonia debía dejarse a la iniciativa nacional pero que debía en todos casos tratarse de impresionar la opinión pública sobre el conjunto de los problemas forestales. Recomendó que la FAO proporcione a los países el máximo de información para que puedan realizar esta fiesta en la forma más eficaz posible.

En el aspecto de protección de la naturaleza la Comisión recomendó que los gobiernos enviasen representación de técnicos forestales a la reunión de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza que se reunirá en Caracas, Venezuela en septiembre de 1952, para que se familiaricen con ciertos aspectos de esos problemas.

En cuanto al tema de estandarización de la terminología forestal, la Comisión determinó que el glosario inglés-español que se está preparando actualmente en la Estación Experimental Forestal Tropical de Río Piedras, Puerto Rico podría servir de base para un trabajo de estandarización. La Comisión solicitó del Gobierno de los Estados Unidos que pusiese a la disposición de la FAO la terminología y definiciones de que ya dispone para someterla a la consideración de los diversos países y devolver después a la Estación de Río Piedras todos los elementos recogidos para la preparación del proyecto del Glosario para su posterior aprobación de parte de los países latinoamericanos.

También se recibió una solicitud concerniente a la necesidad de estandarizar la nomenclatura comercial, las dimensiones y calidades de la madera, que interesan especialmente los países de la región del Plata. La Comisión solicitó al Secretario Ejecutivo de tomar contacto con los gobiernos interesados y si el interés y las condiciones lo justifican, organizar un Comité que se encargue del estudio de esas materias.

La próxima reunión de la Comisión Forestal Latinoamericana tendrá lugar en 1954 en el sitio y fecha que se estime conveniente. La delegación de Venezuela formuló una invitación para que esa quinta reunión se efectúe en la ciudad de Mérida que será la sede central del futuro Instituto Latinoamericano de Investigación y Enseñanza Forestales.

Ordenación de los Bosques Higrofiticos y Subtropicales de Misiones, Argentina

Domingo Cozzo
Argentina

El Territorio de Misiones es una de las divisiones políticas de la Argentina. En él existen bosques del tipo higrofitico y subtropical mal explotados desde el siglo anterior y que urgentemente requieren ser reconstituídos para beneficio de las economías nacional y local. En relación con las demás regiones boscosas de la Argentina el área forestal de este territorio no es grande, pero su importancia radica en las numerosas y valiosas especies madereras que allí crecen.

En este trabajo el autor estudia una parte, pequeña también, de la extensa selva continental sudamericana y llega a algunas conclusiones dasanómicas de interés no sólo para Misiones sino también para muchas otras regiones de características similares en este continente. Esa selva continental que se extiende al Brasil, Venezuela, Colombia, Bolivia, Paraguay y Argentina, es una cuantiosa reserva de todo tipo de maderas y recursos forestales. En vista de las crecientes necesidades madereras que las guerras y la industrialización han originado, los problemas forestales de dichos países no son ya de exclusiva esfera nacional sinó mundial. Las masas forestales que la componen deben ser administradas ordenadamente y con método, evitando su destrucción. Habrá que reconstituir las masas mal explotadas y ordenar las aún vírgenes, transformándolas en bosques normales, homogéneos, con definición en calidad y clase de los elementos integrantes. Entonces será posible cosechar anualmente el solo producto de crecimiento del capital forestal, que a su vez debe conservarse en condiciones biológicas propicias para que se incremente y reproduzca naturalmente.

EL ESTADO NATURAL

Situación y Superficie

El territorio de Misiones está situado

en el ángulo NE del país; se halla comprendido entre los 23° a 28° de Latitud Sur y entre 54° a 56° de Longitud Oeste. Su superficie es de 29.801 kilómetros cuadrados.

Gráficamente constituye una lengua de terreno relativamente angosta (70 a 110 Km) metida entre dos grandes ríos: Paraná y Uruguay. La longitud del territorio puede estimarse similar a las rutas camineras n° 12 y 14. La primera, paralela al Paraná, mide 321 km., pasa por Posadas, ciudad Capital de Misiones y termina en las cercanías de Puerto 17 de Octubre (antes Puerto Bemberg) en el Norte. La segunda tiene 415 km. y une a Posadas con Bernardo de Yrigoyen, una localidad en el confin NE sobre la frontera con el Brasil. Sus límites políticos se superponen generalmente con parte de los internacionales de la Argentina, excepto en el Sur donde se enfrenta con la provincia de Corrientes a cuya administración política pertenecía hasta fines del siglo pasado. La zona boscosa, propiamente dicha, queda rodeada por el Paraguay al Este y el Brasil al Norte y Oeste.

Topografía

El terreno de Misiones es ondulado, a veces en forma suave y en otras ligeramente elevado, como el centro y norte. Por la parte media del territorio y en casi toda su longitud corren las Sierras de Imán, Central y Victoria, con una elevación promedio de 800 metros, las cuales van descendiendo suavemente por suflancos, con pocas estribaciones bruscas, hasta los valles de los ríos Paraná y Uruguay. Estos accidentes orográficos dan origen a una gran cantidad de arroyos y pequeños ríos que describiendo numerosos meandros, desembocan en uno de esos caudalosos ríos. Fuera de esas sierras, las ondu-

laciones son suaves, existiendo en cada kilómetro o kilómetro y medio una pequeña elevación roma de 20 a 40 metros (Figura núm. 1).

Suelos

Los suelos se caracterizan por pertenecer al tipo laterítico, fácilmente lavable y erosionable por las aguas de lluvias. La erosión eólica es rara, pero en cambio la erosión hídrica es muy común, en especial durante los intensos períodos de lluvias torrenciales y en regiones desprotegidas de vegetación.

La profundidad del suelo, un dato de suma importancia para determinar la cantidad y desarrollo de las plantas leñosas, varía de uno a otro lugar. Por lo general el espesor del terreno varía entre 1 y 5 metros pero llega a alcanzar hasta 25 metros, como en Loreto, Campo Grande, Oberá y Campaña de Américo. En valles y bajuras donde el suelo es profundo por acumulación de aluvión proveniente de laderas y cumbres erosionadas el bosque resulta más valioso, den-

so, sano y mejor desarrollado. A medida que el terreno se eleva va disminuyendo en potencialidad y empobreciéndose gradualmente hasta llegar a zonas donde aflora la roca madre (meláfidos y areniscas). (Véase la figura núm. 2) En estos sitios y en cumbres y laderas con pendientes de 30 a 40 por ciento el sistema radicular de los árboles apenas puede penetrar el suelo y sólo aprovecha hendiduras y grietas. El bosque en este caso es esencialmente protector, de valor intangible.

Las tierras son coloradas, ricas en hierro (hasta un 60%) como consecuencia de la alteración de los meláfidos que constituyen la roca madre. El suelo es una arcilla de textura compacta y estructura granular, de grano pequeño, mayormente sin cantos rodados grandes. Su composición granulométrica es aproximadamente del 40 al 60% de arena total y el resto arcilla, sin considerar las gravas (11)*. Según Angelelli (1), hay zonas hasta con 80% de arcilla. En ge-

* Los números citados entre paréntesis se refieren a la literatura citada al final del artículo.



Fig. 1.—Ruta nacional núm. 12. Camino de tierra sobre el meláfido en buenas condiciones de conservación. Obsérvense las ondulaciones suaves del camino. (National road 12, over melaphyre, showing good maintenance. Observe the smoothly undulating terrain).

neral las características de los suelos misic-neros son las siguientes: arcillosos; con materia orgánica (1-3%), sin calcáreos, de reacción netamente ácida (pH 4-6) y capacidad hídrica baja en relación al tenor de arcilla

La química del suelo registra siempre un bajo contenido de calcio debido a condiciones propias que favorecen una fuerte lixiviación, originando en consecuencia una gran acidez. De ello que exijan un intenso encalamiento para tornarlos normales. El carácter ferruginoso de la roca madre es el origen de su baja capacidad hídrica, de manera que no están en condiciones de retener mucha agua de las precipitaciones. Las sales soluble y el porcentaje de fósforo soluble son también reducidas por lo cual las plantas sufren de la falta de accesibilidad de dichos elementos nutritivos. También es escaso el contenido en potasio, debido a la pobreza en este elemento en la roca madre.

Koutché (10) cita tres tipos de suelos



Fig. 2—Cantera de melájdido en explotación para proveer material para la construcción de un puente. Puede apreciarse la vegetación sobre un suelo de reducida profundidad. En las proximidades de la ruta nacional núm. 12 y el río Uruguay. (Melaphyre quarry supplying material for a bridge, near highway 12 and Uruguay river. Note vegetation growing over a very shallow soil.)

principales para la zona de Yermal Viejo, en la colonia fiscal del mismo nombre: (1) suelos de primera calidad, profundos (2-4 metros) en terrenos planos o poco inclinados; (2) suelos de segunda calidad, de profundidad menor, e inclinación perceptible del terreno y (3) suelos de tercera calidad, pedregosos, de pendientes de 35-45 por ciento o más. En el primer tipo el bosque está bien desarrollado y denso; en el segundo el bosque aunque productivo, es menos rico que el anterior y más ampliamente extendido y común en esa región.

Clima

El clima es subtropical, cálido, aunque no extremadamente. Datos correspondientes a la Estación Climatológica de Posadas registran una temperatura media anual de 21,1°C para un período de 10 años; en verano la media es de 26°C y en invierno la media baja a 16°C. Los valores más significativos, sin embargo, están dados por las máximas y mínimas absolutas: en verano se registran hasta 42° y en invierno suelen experimentarse heladas de -29,5' y -6°, estas últimas en las zonas de mayor elevación, donde como refieren Ragonese y Castiglioni (14) se producen hasta nevadas en el área *Araucaria angustijolia* (en San Antonio, B. de Irigoyen, etc.). Comúnmente se registran heladas entre fines de junio y principios de agosto. Informaciones suministradas por la Administración General de Parques Nacionales y Turismo ofrecen los siguientes registros para Puerto Rico Iguazú, durante el año 1949:

Mes	Máximas absolutas °C	Mínimas absolutas °C
Enero	38	17
Febrero	35	7°5'
Marzo	34	19
Abril	32	7°5'
Mayo	30	0°
Junio	27	10
Julio	28	2
Agosto	30	5
Septiembre	31	5
Octubre	31	9
Noviembre	36	5
Diciembre	37	12

Estos datos revelan un hecho difícil de suponer de antemano: la máxima absoluta para esta zona no supera los 38°. La amplitud térmica oscila entre 15° y 30°. La difusión del conocimiento de esas máximas estivales ha permitido, entre otras cosas, que la época de turismo hasta la famosas cataratas del río Iguazú, una de las más grandiosas del mundo, se prolongue durante todo el verano; antes, en la suposición de que el verano era excesivamente caluroso muy pocas personas se dirigían allí después de octubre. Hoy en cambio el hotel existente frente a las cataratas continúa sus actividades durante toda la estación estival.

Hay que añadir que se registra una gran variación térmica entre las horas del día y la noche, muy importante por facilitar la vida del hombre. La humedad es siempre elevada en todos los meses del año; en Posadas no baja de 70°. El cielo por lo común es semidespejado, produciéndose así una fuerte irradiación solar.

Las precipitaciones pluviales son abundantes, particularizándose en ciertos períodos del año. Es la primavera (octubre) se registra una época de fuertes lluvias coincidiendo con el auge de la vegetación. En el verano suele llover bastante aunque menos que en la estación anterior y a veces ocurren períodos de sequía. El invierno es la estación menos lluviosa y crítica. El otoño en cambio resulta la época de mayor intensidad y frecuencia de las precipitaciones. Las isoyetas van aumentando su marca hacia la parte norte del territorio, en coincidencia con la mayor altitud del terreno y espesura de la selva; en Posadas es de 1.600 mm., pero en San Pedro ya es de 1.900 mm., existiendo lugares con registros superiores a 2.000 mm. Los períodos secos resultan esporádicos en la zona fronteriza con el Brasil. Del registro de Observaciones Pluviométricas de la Administración General de Parques Nacionales y Turismo hemos tomado los siguientes datos, correspondientes a Puerto Iguazú:

Mes	Precipitación	
	1949	1950
	mm.	mm.
Enero	71,8	136,9
Febrero	149,6	207,4
Marzo	251,1	247,8
Abril	93,1	106,8
Mayo	161,9	187,7
Junio	171,1	129,9
Julio	13,5	11,6
Agosto	72,8	Sin datos
Septiembre	138,3	" "
Octubre	55,2	" "
Noviembre	37,2	" "
Diciembre	144,4	" "
TOTAL	1360,0	

Vemos que marzo constituyó un mes extraordinariamente lluvioso; julio en cambio fué el más seco, no alcanzando siquiera 15 mm. Puede decirse que la primavera, verano y otoño son estaciones de lluvias mientras que el invierno en cambio es seco. Los mismos datos nos permiten conocer que en julio se registran hasta más de 20 días seguidos sin precipitaciones. A veces también en mayo y junio ocurren períodos de sequía, pero suelen ser interrumpidos esos períodos por cortas y bruscas lluvias torrenciales, que en pocas horas determinan elevados registros. El ingeniero C. Camberos en un informe elevado a la Dirección de Suelos y Agroecología manifestaba que en sólo un lapso no mayor de 48 horas se habían producido precipitaciones de 300 mm. con una intensidad horaria arriba de 50 mm. En Loreto, cerca de San Ignacio, la intensidad puede a veces ser superior a 75 mm. La frecuencia e intensidad de las lluvias actúan sobre el proceso erosivo y el lavado de las tierras misioneras con terribles resultados. Las lluvias suelen coincidir con las épocas de laboreo y siembra de los campos y además las prácticas culturales usuales allí, no son las convenientes para el terreno ondulado del territorio. El agua de superficie (ríos y arroyos) es abundante, no constituyendo un problema el riego de plantaciones y viveros. Los cursos de agua tienen suficiente volumen todo el año y el líquido es muy poco mineralizado. El agua potable es fácil de obtener,

haciendo pozos de poca profundidad o directamente de los mismos cursos superficiales.

Los vientos no son fuertes y apenas si pasan de una ventolina (2-6 km. por hora). Por esta razón los aclareos intensos no hacen peligrar la existencia de los árboles que quedan al descubierto, libres de la protección de sus vecinos recién abatidos.

EL ESTADO ECONOMICO

Propiedad

Tres cuartas partes de las tierras de Misiones pertenecen a particulares o a grandes empresas. Esas propiedades particulares gozan de una situación privilegiada. Son grandes lotes rectangulares, con su frente sobre uno de los grandes ríos (Paraná o Uruguay) y abarcan parte de las regiones más ricas en bosque.

El Estado aún conserva unas 737.000 hectáreas que constituyen las llamadas "Colonias Fiscales". Contrario a la parte de propiedad particular la situación de esas colonias no es cómoda para una explotación económica porque están situadas en el centro del territorio en la zona montañosa central y alejadas de los ríos navegables.

Las colonias fiscales más importantes de norte a sur son: Manuel Belgrano, San Pedro, Aristóbulo del Valle, y Yermal Viejo (véase la fig. Núm. 3). Luego sigue una cantidad de pequeñas colonias justo en el borde del nacimiento de la selva y limitando con la parte más desarbolada del territorio. La colonia más importante desde el punto de vista forestal es Manuel Belgrano, situada en el vértice Nordeste. Aún le quedan grandes bosques poco tocados por el hombre, en particular las asociaciones de pino Paraná. En el extremo noroeste, en el ángulo que forman los ríos Iguazú y Paraná existe una superficie de 75.000 hectáreas adquirida por el Gobierno a principios de siglo de los Srs. Errecarborde y destinada a formar un parque nacional en sus dos terceras partes, dejando el resto, hacia el sur, para constituir una colonia militar. Así se formó el Parque

Nacional del Iguazú que posee bosques en gran parte ya explotados por sus anteriores propietarios. En la actualidad ha sido dividido en tres áreas para los fines de administración forestal y parquista: (a) intangible (sobre el Iguazú superior) que es la de mayor extensión, (b) recreativa (sobre el Iguazú inferior y las cataratas del mismo nombre) y (c) de explotación, esta última constituyendo una angosta franja que arranca de Puerto Iguazú.

Población

El habitante nativo o criollo misionero no predomina en su población. Sin embargo, es común la influencia de gente de los países limítrofes. De ello resulta que los hacheros y peones son con frecuencia paraguayos y brasileños.

LOS BOSQUES

Area y distribución

La zona más cubierta por bosques se extiende desde el centro del territorio hacia los límites con el Brasil. Hoy puede decirse que la selva comienza a la altura de la localidad de San Ignacio y Oberá, luego de experimentar la intensa explotación de obrajeros y yerbateros. Esta zona coincide con la parte más elevada del territorio, ocupado por las sierras Central y Victoria.

Composición

El bosque es subtropical, cerrado, perennifolio, higrofítico, casi siempre genespermatóico y sciadófilo. El estrato superior posee un vuelo de 30-40 metros, con varios estratos arbóreos intermedios de especies sombrívagas o con árboles dominados. En los estratos inferiores hay lianas, epífitas y helechos, con frecuencia en abundancia, que obligan casi siempre a usar el machete para

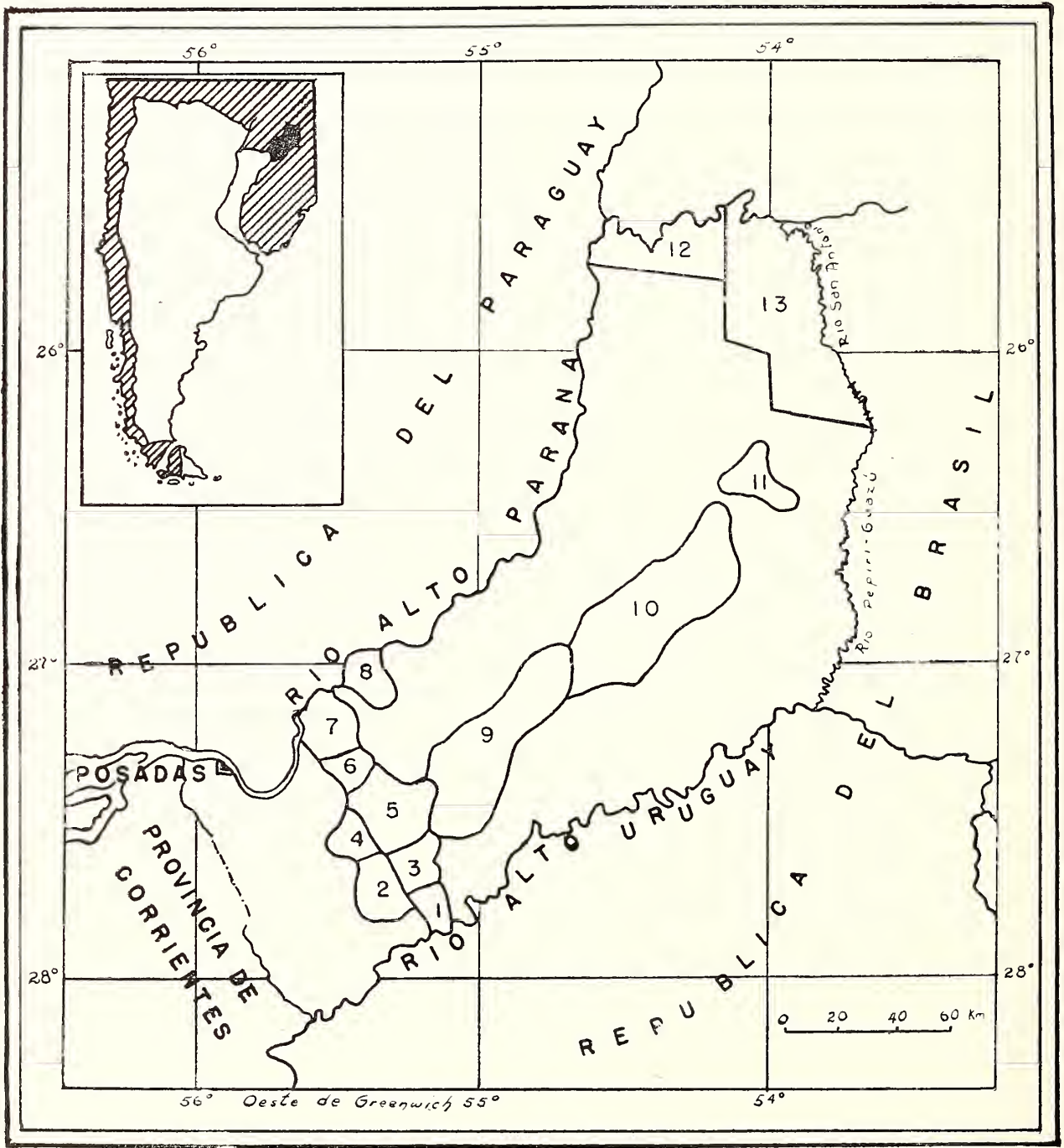


Fig. 3—Distribución de las "colonias fiscales" en Misiones. (Distribution of the "colonias fiscales" at Misiones)

abrirse paso. Son masas hiperdásicas, es decir de espesura excesiva (8). (Véanse las figs. 4 y 5.)

En el interior de esta selva y también fuera de la misma (como se comprueba yendo desde Posadas hasta Santa Ana) existen



Fig. 4—Campamento de una comisión científica en el interior de un bosque que fuera ya explotado. Está ubicado a 24 km. al este del Puerto 17 de Octubre. (Scientific expedition camp in a forest previously exploited, 14 miles east of 17 de Octubre Pass.)



Fig. 5—Río Uruguay, no navegable por las "correderas" ajlorantes. En sus orillas la tupida pared del bosque. (Uruguay river, unnavigable here due to rock outcrops. Dense forest along its margins.)

zonas sin bosques, sólo cubiertas por vegetación baja y arbustos. Estos claros o "abras", también llamados "campiñas" o simplemente "campos" pueden poseer una gran extensión, dando su nombre a varias localidades vecinas. Estas campiñas no deben confundirse con los campos "rozados" en el interior de la selva, que los colonos agricultores producen por medio del incendio o el descortezamiento anular ("capado") de los árboles. Luego de algunos años de utilización en cultivos diversos y una vez exhausta la capa superficial fértil y húmeda del suelo, estos campos son abandonados. Entonces se instala allí una vegetación lujuriosa distinta a la primitiva. Esas partes desarboladas o casi así cambian de nombre y se denominan ahora "capueras". La acción evolucionante de la naturaleza desemboca nuevamente, luego de muchos años (80-150)

en un tipo de vegetación que puede entonces ser similar a la original, de antes del rozado.

La selva cubre un 80 por ciento de la superficie total de Misiones y es rica en especies arbóreas, pero la composición resulta poco variable entre las diversas regiones del territorio.

Las especies que suelen formar el vuelo arbóreo de los bosques misioneros son:

- Alecrín, *Holocalyx balance* Micheli
 Anchico blanco, *Pithecellobium hassleri* Chod.
 Anchico colorado, *Piptadenia rigida* Benth.
 Cancharana, *Cabralea oblongifoliola* DC.
 Canelón, *Rapanea lorentziana* Mez.
 Cambó-atá, *Matayba elcagnoides* Radlk.
 Canela do viado, *Helietta cuspidata* (Engl.) Chod. et Hassl.
 Canela do breyo, *Machaerium stipitatum* (D.) Vog.
 Carne de vaca, *Styrax leprosum* H. et A.
 Cañafisto, *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.
 Caroba, *Jaccharanda semiserrata* Cham.
 Catiguá, *Trichilia catigua* A. Juss.
 Grapia, *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr.
 Guaicá, *Ocotea* sp.
 Guatambú amarillo, *Aspidosperma* sp.
 Guatambú blanco, *Balfourodendron riedelia-num* (Engl.) Engl.
 Guazatumba, *Banara bernardinensis* Briq.
 Cedro, *Cedrela fissilis* Vell. var. *macrocarpa* DC.
 Guayabí, *Patagonula americana* L.
 Ibirá-peré, *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr.
 Incienso, *Myrocarpus frondosus* Fr. Allen
 Inga, *Inga* sp.
 Lapacho, *Tabebuia ipe* (Mart.) Standley
 Laureles, *Nectandra* spp.

Loro blanco, *Bastardiopsis densiflora* (H. et A.) Hassl.

Loro negro, *Cordia trichotoma* (Arrab.) Johnst.

María preta, *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk.

Marmelero, *Rufrechtia polystachya* Gris.

Palo rosa, *Aspidosperma polyneuron* Mull. Arg.

Persiguero, *Prunus subcoriacea* (Chod et Hassl.) Koehne

Peteribi, *Cordia trichotoma* (Arrab.) Johnst.

Pino Paraná, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. K.

Rabo de Macaco, *Lonchocarpus* spp.

Seibo, *Erythrina falcata* Bent.

Sota caballo, *Luehea divaricata* Mart.

Timbó colorado, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Yerba mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil.

Vasuriña, *Chrysophyllum marginatum*

En recuentos realizados en parcelas siempre se registró un número elevado de especies por unidad de superficie pero la frecuencia de individuos de cada una de ellas es muy baja en relación con la densidad de la masa. En las formaciones misioneras no se verifica en forma notable un predominio de ninguna especie en particular, a excepción del pino Paraná en su zona de dispersión. En un inventario fitosociológico ejecutado por Ragonese y Castiglioni (14) en las proximidades de San Antonio, dentro de un denso maciso de "pino Paraná" (que para el caso podría considerarse casi como una consociación relativamente pura de esta planta) se contaron 32 especies distintas de los estratos arbóreos y arbustivos, para una superficie de un cuarto de Ha. La cantidad de pinos resultante para una Ha., calculada según ese censo, fué de 48 ejemplares. Esta elevada densidad para una sola especie es ocasional, en particular tratándose de árboles de "ley" (menos comunes pero de más valor). Algu-

nas veces se hallan pequeñas áreas o masas puras de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ Ha. i. e. "palo de rosa" en el Parque del Iguazú (véase la fig 6), pero la asociación de pino Paraná es más típica, a veces bastante pura, constituyendo macizos densos en distintas localidades del extremo septentrional, desde San Pedro hacia el Norte y Oeste. (Véanse las Figuras 7 y 8).

Devoto y Rotkugel (2) en recuentos realizados en el Parque Nacional de Iguazú hallaron gran densidad de "cedros", escasez de "inciensos" y pocos "lapachos", e informaron que los ejemplares explotables de cualquiera de las especies allí existentes eran en total 1 ó 2 por H. En donde había un yerbal natural (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) y que además incluía un bañado, los mismos autores inventariaron 27 especies en parcela de una

Ha., en su mayoría árboles de 20 cm. de diámetro. La especie más frecuente era "sota caballo" con un total de 24 ejemplares. En otra parcela de 10 Has. encontraron 80 especies con un total de 2.330 pies, siendo las más comunes "guatambú blanco," "rabo de macaco," "laurel negro," y "cancharana."

La búsqueda y señalamiento de áreas bien definidas por su composición y constancia de especies tiene gran importancia en ordenación forestal, para determinar los rodales y la elección de las especies.

Resumiendo la flora leñosa de Misiones, puede manifestarse lo siguiente: hay un elevado número de especies, muy mezcladas y con escasa constancia. Las masas son multietáneas, constituídas por árboles de muy diversas clases de edades. Las especies consideradas de menor valor comercial (de fuste reducido o de madera no estimada en la actualidad) son las que tienen mayor frecuencia, debido a la eliminación de las más valiosas. Las especies llamadas de "ley" resultan menos comunes, a la vez que esporádicas e irregularmente distribuidas.



Fig. 6—Arbol aislado de "palo rosa" (*Aspidosperma polyneuron*) en el borde de una picada. Tiene 70 cm. de diámetro y 28 metros de altura. Parque Nacional del Iguazú. (Isolated "palo rosa" (*Aspidosperma polyneuron*) 70 cm. in diameter and 84 feet high at Iguazú National Park.)



Fig. 7—Ejemplar aislado de pino Paraná (*Araucaria angustifolia*) viéndose al fondo un pincr más o menos puro. Ruta núm. 14. (Isolated Paraná pine (*Araucaria angustifolia*). At the background a more or less pure pine forest, road no. 14.)

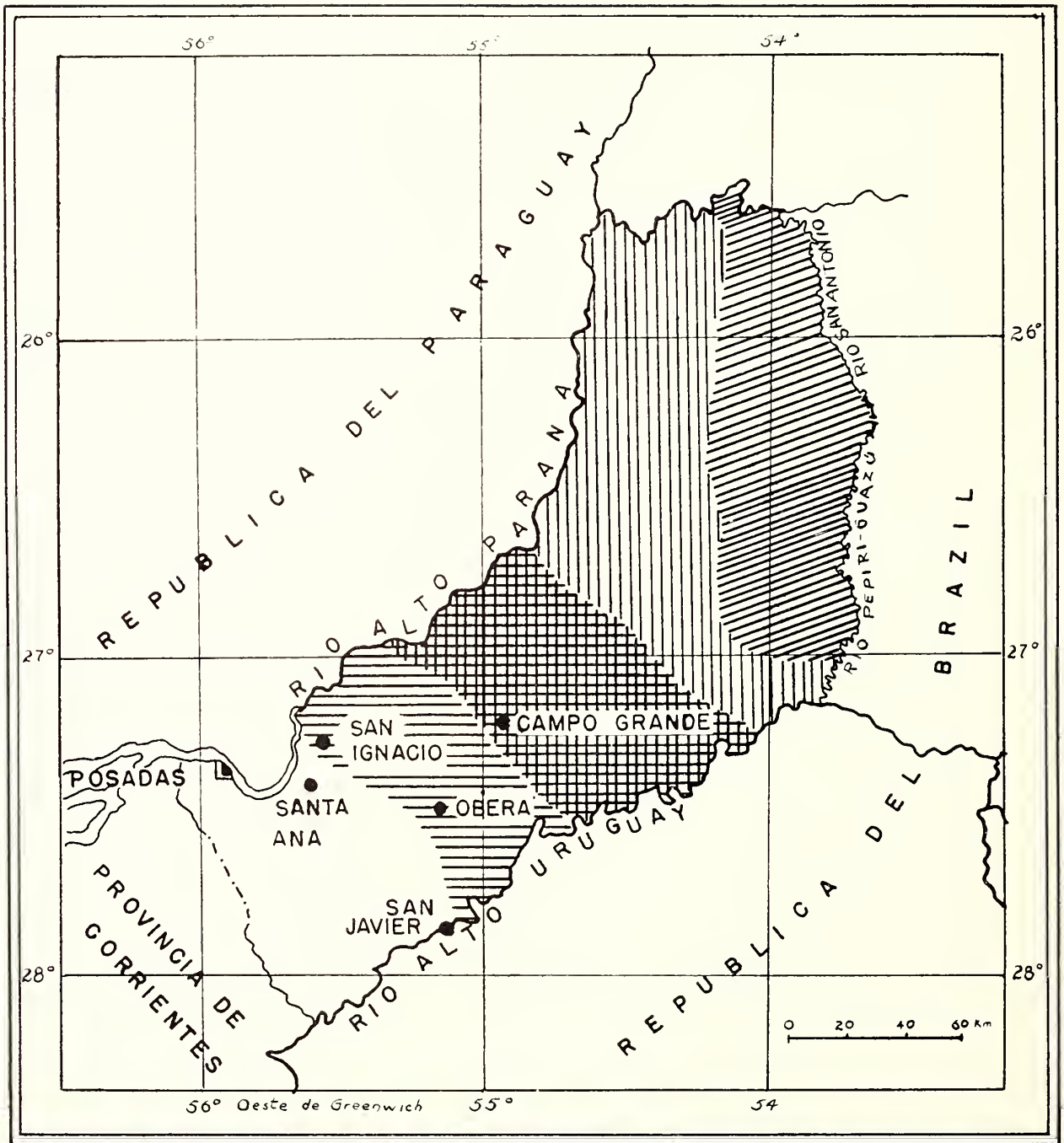


Fig. 8—Superficie ocupada por los bosques de Misiones. La parte rayada corresponde a la distribución geográfica del pino Paraná según Ragonese y Castiglioni (14). (Distribution of the forests of Misiones. Parallel lines indicate areas of distribution of Paraná pine (14).

Las características ecológicas se intensifican a medida que se avanza hacia el norte del territorio. La temperatura y las precipitaciones aumentan, el terreno se eleva progresivamente y se vuelve más ondulado. En correlación, hay un acrecentamiento de la espesura de la vegetación con motivo de contar con suelos más profundos y ricos en humus. Sin embargo, debido al mayor declive y a la frecuencia de las torrenciales lluvias, aumenta la erosión hídrica. El agua proveniente de las lluvias no es desaguada ni absorbida totalmente por la tierra y el exceso corre libremente por las laderas hasta dar en un bajo o un curso de agua, arrastrando consigo los valiosos elementos nutritivos del suelo.

ORDENACION FORESTAL

La ordenación forestal o dasocracia es la parte de la dasonomía que busca la renta mayor anual y constante dentro de la especie, método de beneficio y turno que se hubiere adoptado (12) y es la consecuencia de la dasotomía (arte de cortar mejorando y de cortar reproduciendo) y de la selvicultura (técnicas de repoblación, fuera de la natural o espontánea). Los bosques, a excepción de los sobremaduros y sin reproducción natural, están en continuo crecimiento. La ordenación busca cortar en forma lo más igual posible el volumen de madera generado en períodos de tiempo también iguales. Como no puede retirarse de cada árbol el volumen de madera formado en uno de esos períodos, la masa forestal se divide en tantas partes como años de duración tenga el capital forestal, calculado hasta el momento de su reproducción. Cada porción en cantidad y calidad representa el crecimiento total de la masa en igual período de tiempo. De este modo al cortar todos los años una de estas partes o tramos, según un orden por clases de edad de los árboles, se logra cosechar el interés que el bosque en total produce, pero sin tocar el resto de la masa que continúa creciendo hasta alcanzar su término óptimo de cortabilidad.

Los tramos sometidos a cortas de mejo-

ra o de explotación, van perdiendo el arbolado que constituyó en un período la renta de todo el bosque, y en su lugar se origina uno nuevo. Terminados de cortar los tramos o afectaciones, se reinicia el ciclo, volviendo al primero de los tramos explotados, donde nuevamente el bosque estará presto para comenzar su período de cortabilidad.

Todos estos estudios y cálculos tendientes a obtener una renta equivalente y anual se pueden ejecutar sin mayor riesgo en bosques normales, con espesura homogénea, sea por las especies componentes o por las clases de edad o de diámetro de los pies que las integran. Además, la dasocracia busca no sólo ese beneficio anual, sino su aumento, mejorando las condiciones biológicas de crecimiento y las económicas de producción del capital forestal.

En cada bosque, para recoger la renta y conservar el capital, se aplican los distintos tipos e intensidades de cortas complementadas con algunas medidas selviculturales (preparación de la "cama" para las semillas, eliminación de "marras" con ejemplares transplantados, poda de ramas, etc.).

Los métodos de tratamiento (que son varios) están reunidos en dos regímenes principales (también llamados métodos de beneficio): el de tallar (o monte bajo) y el de fustar (oquedal o monte alto) de acuerdo con sus normas de reproducción y el tipo de producto a cosechar. Para aplicar un método de tratamiento es imprescindible el estudio previo de las condiciones bioecológicas del bosque en cuestión, con trabajos de campaña seguidos por una recapitulación, planeo y conclusiones en el gabinete. La labor de campaña está dedicada a levantar el inventario de la masa, que de una manera general puede referirse a una Memoria de Reconocimiento (12). En el inventario se establecen los rodales por tipo y situación, los cuales reunidos convenientemente originan los cuarteles de corta y permiten elegir el método de beneficio, determinar el turno de explotación con sus períodos y tramos y el de la cortabilidad. Finalmente conocida la posibilidad (cantidad de masa que podrá cortarse en cada tramo anual) se establece el método

de beneficio aconsejado, con un plan de cortas periódicas.

Al bosque de Misiones, por ser heterogéneo e irregular, no puede aplicársele actualmente ningún método de ordenación, de normas rígidas. En las masas forestales es difícil conocer la existencia de clases definidas de edad, ni determinar la cortabilidad, porque la mezcla de gran número de especies con distintas condiciones y rapidez de crecimiento no permite obtener la uniformidad que es fundamento de todo método clásico dasonómico.

El primer paso a seguir sería confeccionar un plano general mediante trabajo de campaña, sobre los mismos macizos que se desean ordenar. En ese plano se señalarían los rodales (toda parte del monte diferenciada de las contiguas por la especie que forma su vuelo, por la edad de los árboles, por su calidad o por su estado). Pero en Misiones la determinación de los rodales más que por la especie, se debe realizar teniendo en cuenta la calidad, que es consecuencia de una espesura óptima y de la uniformidad en las clases de edades de los pies. Las masas relativamente puras, aunque de pequeña extensión, deben ser consideradas en primer término cuando se decida el plan de rejuvenecimiento (véase más adelante), pues se presume que allí existen las condiciones bioecológicas más favorables para la especie constituyente y en consecuencia para la mejor repoblación natural del bosque.

Luego viene la descripción de cada uno de los rodales, que incluye las especies de su vuelo, situación topográfica, exposición, estado, calidad, volumen y demás. Con estos datos y los de árboles tipos de seleccionados, se establecen la cortabilidad óptima y la cortabilidad técnica, siendo la última la preferida. La parte final consiste en la determinación del turno de explotación. Los cálculos dasonómicos juegan aquí un rol de importancia y deben ser realizados con cuidado y repetidamente; ellos sirven de fundamento para las conclusiones posteriores y cualquier error puede influir sobre éstas.

Finalmente se determinarán los cuarteles de corta que constituyen la unidad dasonómica: es la parte del monte donde resulta posible practicar tantas cortas como años comprende el turno, siendo cada rodal componente por lo menos un término de ellas. Los cuarteles de corta se forman por la agrupación de los rodales que presentan caracteres de semejanza.

Es obvio que la ordenación debe ser conducida en forma tal que con el tiempo pueda constituir masas relativamente puras o por lo menos de tres a cuatro especies de características similares, con pies de iguales clases por rodal. Es decir, que los macizos forestales deben transformarse en bosques normales, para entonces recién aplicar un método de ordenación. Esta transformación demandará un período largo de tiempo, el cual puede aprovecharse para examinar y experimentar en pequeñas áreas los métodos de ordenación que se estimen más apropiados, estudiando sus dificultades y posibilidades y observando como se conducen las masas con esos tratamientos. Esto permitirá señalar el itinerario a seguir una vez que termine el plan de transformación y se tengan bosques relativamente normales.

El concepto de tala rasa como medida drástica para restaurar el bosque con una posterior siembra o plantación, debe descartarse. En efecto, eliminado el ambiente forestal y las especies edificadoras propias del clímax, se produce la inevitable invasión de gramíneas y malezas diversas. Descubierta el suelo, es improbable que se logre restaurar un nuevo bosque de las condiciones deseadas. El sol, el viento y las lluvias castigarán las tierras poco cubiertas, las que no tardarán en perder su fertilidad y el especial ambiente forestal. Entonces difícilmente volverán a arraigar las plantas arbóreas selectas, generalmente delicadas. Los ejemplos en bosques tropicales del Caribe, Africa y Madagascar, son bastante aleccionadores.

Coincidimos con Fontana (5), forestal venezolano, quien en relación con la ordenación de los bosques tropófilos y umbrófilos

pluviales tropicales (semejantes a los de Misiones) llega a la conclusión de que en ellos corresponde aplicar el método de *ordenar transformando*. Se empieza con un turno de transformación previo al turno definitivo y clásico en todos los métodos comunes de ordenación. Este método es inicialmente el más adecuado para los bosques tropicales, porque a la par de permitir una explotación controlada que provee productos para pagar los gastos derivados de la implantación del método, va paulatinamente organizando, sobre nuevas bases y mediante cortas de mejoras, la constitución de las masas hasta implantar al final, las medidas propias de una clásica ordenación y establecer su cortabilidad, los turnos de corta y su máxima posibilidad anual. El rejuvenecimiento controlado es la meta de este método. Según Fontana y para estos bosques, la duración del turno de transformación puede ser de 60 a 90 años, de acuerdo con las condiciones silvícolas de las especies elegidas para conservar en el nuevo bosque, el destino de su producción y el ambiente forestal existente. En cambio, el turno definitivo suele durar algo más: hasta 150 años.

Según Fontana (5) transformar significa seguir un camino paralelo al de un plan dasocrático común. Es decir, división de la masa en cuarteles mediante la determinación y agrupación de tramos y subtramos y confección de planes especiales (2-3) de cortas de mejoras para cada período de 20-30 años en que se divide el turno de transformación. Lo más importante es describir e iniciar el primer plan especial de cortas, el que demanda los 8-10 primeros años del turno de transformación. Ello servirá para acumular preciosos datos que habrán de corregir el programa de las cortas posteriores y determinar las mejores normas para la conducción del bosque.

La ordenación forestal de la selva misionera debe comenzarse haciendo un inventario general de cada una de las masas que la componen, para conocer las especies integrantes, estado y calidad de la vegetación, relación con las condiciones orográficas y

vías de comunicaciones. De esta manera pueden seleccionarse las masas que por su naturaleza, homogeneidad y distribución sean susceptibles de un estudio más intenso en campaña, con vista a iniciar con ellas el plan de ordenación. Elegidas las masas y estudiadas sus características, se determinan y describen los posibles rodales existentes, cuya reunión originará los cuarteles de corta, a dividirse entre tantos tramos como años tenga el turno de explotación. Para ello se comienza por calcular el volumen descartando los árboles jóvenes y también, si se desea, a los sobremaduros que en estos bosques suelen estar afectados de enfermedades no visibles al exterior. A este cálculo de existencias se le adiciona el crecimiento de la masa durante la mitad del turno, todo lo cual dividido por el número total de años del turno, origina la posibilidad, utilizando para este cálculo una de las varias fórmulas creadas al efecto.

Obtenida la posibilidad, se establece el plan inicial de cortas para el primer plan especial. En nuestro caso, con el fin de facilitar la aplicación del método conviene considerar como unidad dasocrática, no a un cuartel de corta, sino a la reunión de 2-4 cuarteles, en lo posible de gran similitud, que pondrían entonces una sección de ordenamiento. En esta forma un mismo turno de transformación y un sólo plan de cortas se aplicarán a la sección de ordenamiento y no a cada cuartel por separado. Así se facilita el trabajo.

Por último conviene señalar que estas normas de ordenamiento deben aplicarse rígidamente en terrenos de pendiente. Los bosques situados en laderas de más de 15 por ciento de inclinación y con riesgo continuo de erosión es aconsejable declararlos intangibles, prohibiendo en forma total su tala. En los que crecen sobre suelos profundos, bajos, ricos y no erosionables, la inflexibilidad de cualquier plan puede aflojarse porque están en condiciones de soportar mejor la tala, aunque evitando llegar a la "mata-rrosa" por los inconvenientes señalados.

Método de Beneficio

Se supone que el régimen a adoptarse será el de monte alto (fustar) considerando el tipo de producto a extraer y si es el Fisco el propietario de estos montes, la obtención de leña, principal material que se recoje en el otro método (tallar o monte bajo) no constituye un problema en Misiones, donde en cambio se pueden utilizar los desechos de elaboración y los productos secundarios provenientes de las cortas de mejoras, que en abundancia se logran allí. En cambio se deben cultivar maderas para los mercados lejanos, en piezas de gran diámetro, destinadas a particulares aplicaciones, como construcción de embarcaciones, puentes, muelles, etc. El Estado puede mantener el capital forestal en turnos largos de explotación, indispensables para recoger ejemplares de gran diámetro.

El régimen de tallar es más conveniente en las masas constituidas por especies de rápido crecimiento y cuya madera es apta para pasta de papel, cajonería y aplicaciones menores. Pero una condición fundamental de este régimen es que dichas especies recepen con facilidad una vez cortado su tallo principal o emitan vástagos por medio de raíces gemíferas. Si bien en algunas especies arbóreas que crecen en Misiones ya se sabe de una u otra de estas cualidades ("guatambú," "ñandipá," "laureles," "rabos de macaco," "viraró," etc.) su comportamiento bajo un tratamiento definitivo y enérgico, en realidad se desconoce y entonces sus posibilidades actuales se diluyen. En estos casos es aconsejable experimentar al menos en pequeñas masas y bajo las condiciones de un método de ordenación.

Elección de Especies

Hemos señalado en capítulos anteriores las principales especies que habitan estos bosques, destacando las de importancia comercial. Como norma en la elección de especies, al ejecutar el rejuvenecimiento y normalizar el bosque, es obvio que conviene repoblar con las que actualmente son de ma-

yor categoría comercial: "cedro," "pino," "incienso," "lapacho," "guatambú blanco," etc. Pero el descarte o eliminación de especies fundándose en una falta momentánea de interés por parte de los compradores, no es aconsejable. Muchas maderas que antes no se utilizaban o no se conocían, son hoy objeto de un fuerte comercio, motivado por diferentes condiciones del mercado comprador y al mejor conocimiento de sus cualidades tecnológicas. Así ocurrió con el "guatambú blanco," la "grapia," la "cancharana," que hace 10-15 años atrás resultaban desconocidas en el país. La ausencia de información, sobre estas maderas o inadecuados métodos de corta, secado y conservación, constituyen en realidad fallas técnicas no inherentes a la especie en sí. Probablemente por estas razones se dificultó la difusión de las mismas antes de ahora. Es razonable esperar un futuro aprovechamiento en determinadas aplicaciones industriales de muchas de las especies poco conocidas hoy día. El rumbo que deben seguir las investigaciones tecnológicas de nuestras maderas es entonces el de procurarles el destino más apropiado y racional de acuerdo con sus propiedades, en particular aquellas del tipo duro o extraduro. Tratar en cambio de convertirlas en simples substitutas de las importadas, es transformar en un problema de competencia y oportunidad lo que debe ser estable y duradero. Además es aconsejable que las pocas especies de madera blanda sean objeto de un estudio detenido, para conocer sus características biológicas y fenológicas; puede que sean buenos candidatos para la repoblación del bosque.

Existe otro problema muy importante relacionado con la convivencia interespecífica en las masas forestales. Son numerosos los ejemplos de especies que no prosperan o viven mal, alejadas de otras con las cuales se asocian por razones edáficas, lumínicas o nutritivas. Nuestra falta casi absoluta de datos sobre el comportamiento de las especies misioneras nos impide saber si, por ejemplo, el "cedro" está necesitado de una o más especies comúnmente asociadas con él, aunque sean de escaso valor comercial. Esta indis-

pensable convivencia explicaría en cierto modo el hecho de existir muy raramente bosques puros integrados por ejemplares de una misma especie.

Las siguientes especies nos parecen deben ser conservadas y multiplicadas porque sus maderas "a priori" parecen buenas:

Anchico blanco	Guayibí
Anchico colorado	Ibirá-peré
Cancharana	Incienso
Canela do breyo	Lapacho
Cañafisto	Laureles
Caroba	Loro negro
Canelón	Marmelero
Camboatá	Palo rosa
Cedro	Peteribi
Grapia	Pino
Guaicá	Rabo de macaco
Guatambú amarillo	Sota caballo
Guatambú blanco	Timbó colorado
	Vasuriña

Casi todas tienen madera de liviana a semipesada y muy pocas son duras a muy duras. En general estas maderas son apropiadas para carpintería de obra y mueblería. Las siguientes especies pueden dedicarse a carpintería de obra como puertas, ventanas, pisos, zócalos, escaleras y vigas:

Anchico colorado	Ibirá-peré
Cañafisto	Incienso
Grapia	Lapachos
Guatambú amarillo	Marmelero

Las siguientes especies son útiles para la fabricación de laminados:

Anchico blanco	Laureles
Cancharana	Loros
Canelón	Marmelero
Canela do breyo	Peteribi
Caroba	Pino
Grapia	Rabo de macaco
Guaicá	Sota caballo
Guayaibí	Timbó colorado
Guatambú blanco	Vasuriña

El "guatambú amarillo" y el "palo rosa" convenientemente ablandados pueden utilizarse con provecho para terciados, en particular el segundo, cuyas zonas rosadas le confieren gran vistosidad. Las especies de "canelón" con sus leños jaspeados o floreados, pueden resultar un material precioso para muebles y laminados. El "timbó colorado" o también llamado "falso cedro" sustituye a éste último en muchas de las aplicaciones ligeras: juguetería, terciados, revestimientos y cajas para cigarros. La "cancharana," más rosada que el "cedro" tiene en mueblería tantas posibilidades como éste. La "caroba" los "rabos de macaco" "anchico blanco," "marmelero," "vasuriña," "guayaibí," y "canelas" ofrecen atractivo vetado en sus caras longitudinales por la disposición de los poros, la distribución del parénquima vertical o la dirección de los demás elementos leñosos, como es el caso del "marmelero." Las maderas de los "laureles" y "loros" son de por sí atractivas y además se asemejan a la de los "nogales". Es muy posible que muchas de estas especies de Misiones estén siendo utilizadas ya por los aserraderos y fábricas de madera laminada, encubierta con nombres supuestos o mezcladas con las de mayor precio.

Maderas muy duras como "alecrín" y "urunday," que suelen abundar en Misiones, deben ser multiplicadas de acuerdo con la rapidez de crecimiento que demuestren poseer en viveros o en las masas donde predominen.

El Rejuvenecimiento

Hemos referido la necesidad de respetar en el plan de ordenación y transformación de los bosques misioneros, a muchas de las especies que al presente tienen uso restringido, pero que consideramos de amplias posibilidades futuras. El plan de transformación, previo al definitivo de la clásica ordenación, reconoce como meta final el rejuvenecimiento del bosque en masas regulares de 2-4 especies solamente.

Elegidas las masas de mayor homogeneidad, pureza y calidad, se procederá al levantamiento de su inventario, determinando y describiendo los rodales, hasta constituir los cuarteles de corta. Luego viene el planteamiento de su transformación en masas normales, lo más coetáneas posibles. El plan de transformación, que para Misiones lo estimamos en 60 años de duración, se divide en períodos de 20-30 años cada uno, a su vez integrados por 2-3 planes especiales de cortas. Como ya fué indicado, lo más difícil será planear y practicar el primer plan especial.

Las cortas deben ejecutarse con vista a dejar árboles semilleros (portagranos) maduros, previamente señalados, de las especies elegidas de antemano. Para ello se procede por el método de las cortas sucesivas o de mejoras que van abriendo progresivamente el vuelo del estrato arbóreo, para permitir una mayor iluminación de las copas de los ejemplares semilleros. En esa forma se favorece la producción de semillas, las que también dispondrán de un terreno parcialmente cubierto de vegetación (media sombra) para germinar y formar el diseminado. Una vez iniciada la formación del diseminado, se sigue cortando, eliminando ahora progresivamente a los árboles padres, con lo cual se tiene al final un monte bravo, con individuos de pocas especies y por lo común de una sola clase de edad.

Estas cortas de mejoras se denominan cortas preparatorias, diseminatorias, aclaradoras y definitivas (fin de los árboles padres). Algunas veces las cortas preparatorias podrían ser innecesarias, comenzándose directamente por las eliminatorias, eligiendo los pies portagranos y eliminando a tala rasa los demás. Esto último nos parece excesivo para nuestros bosques expuestos a la erosión.

Además no está aclarado si en condiciones de plena luz se producirá el arraigo de la nueva vegetación.

Una buena medida es eliminar todo el sotobosque arbustivo, retirando sus restos fuera del monte o quemándolos en montones y si es posible arar o rastrear el suelo para preparar la cama a la simiente. Igualmente conviene subsanar las marras en lugares donde no hubo diseminación natural o que, a pesar de esto, no se constituyó el diseminado, mediante la plantación de arbolitos originados en viveros o transplantados de diseminados tupidos, aprovechando para ello las épocas de lluvias.

En los bosques explotados, donde ya se cortaron los pocos ejemplares de madera útil y no quedan especies de valor, convendría efectuar la siembra directa en las condiciones referidas. En este caso no debemos preocuparnos de los árboles portagranos, pero sí el de conservar una media sombra, que se irá abriendo a medida que se avanza con el plan de cortas.

La Experimentación

En párrafos anteriores hicimos referencia a la necesidad de experimentar planes dasocráticos para su aplicación definitiva una vez transformado y normalizado el bosque. Conviene no obstante insistir sobre la importancia de la experimentación previa, por tratarse de tipos de bosques sobre los cuales poco o nada se conoce, aún en el orden mundial. El plan de labor incluirá también estudios sobre las semillas forestales, exigencias lumínicas de las especies en el diseminado y

en fustar. comportamiento de las mismas frente a extremos factores climáticos. resiembras directas en el interior del bosque e intensidades de los aclareos.

APROVECHAMIENTO FORESTAL

Obtención de Productos

Los bosques misioneros suministran actualmente productos del tipo principal: vigas y rollizos. No hay una industria para la utilización de productos secundarios, a excepción del aprovechamiento local de leña y residuos para elaborar la "yerba mate" con cuyas hojas se prepara una infusión que es bebida nacional en la Argentina. Este puede ser el destino de las ramazones y leña que se obtendrían en grandes cantidades durante las cortas de mejoras. Existen más de 30 aserraderos y 5-6 fábricas de madera laminada, las que elaboran mensualmente un total de 800 metros cúbicos de este producto (3).

Las maderas que se producen son principalmente del tipo duro y pesado o el tipo semiduro. Las maderas livianas o blandas se cortan menos, a excepción del "cedro," "peteribí," "pino Paraná" y "laureles" que tienen gran valor en los mercados nacionales. Especies que podrían utilizarse para pasta de papel, cajonería y otras aplicaciones particulares, resultan menos frecuentes. Las especies duras o semiduras se utilizan mucho más que antes, debido a la escasez de maderas importadas, pero sus aplicaciones aún son escasas y no siempre en vinculación con sus particulares propiedades tecnológicas.

Hasta antes de la segunda guerra mundial, se explotaban unas cuatro especies denominadas por ello de "ley" "incienso", "cedro", "lapacho," y "peteribí." Las especies restantes sólo eran aprovechadas en ocasiones, debido a la falta de interés por parte de los compradores, que tenían maderas mejor estacionadas y clasificadas proveniente del exterior del país. En la actualidad es mayor su número y existe la posibilidad de utilizarlas

a todas como materia prima de diversas industrias.

Los productos secundarios del bosque encuentran en la elaboración de la "yerba mate" un excelente destino. Por cada tonelada de este producto se requieren 3 a 4 toneladas de leña. El consumo probable de combustible en 12 meses calculase en 240.000-320.000 toneladas en comparación con las 80.000 de "yerba mate" que se producen anualmente. Ello implica que esta industria puede absorber entonces los desechos, trozillos y ramazones, provenientes de cortas, aclareos y limpiezas generales.

Vías de Comunicación

Las vías de saca y transporte de los productos son comunes a pesar de las dificultades de algunos malos caminos. Existen dos vías de gran importancia para la economía del territorio, representadas por los caudalosos ríos Alto Paraná y Alto Uruguay, que facilitan y abaratan el transporte de los elementos extraídos del monte. Hay también dos caminos principales, las rutas nacionales No. 12 y No. 14 (véase la figura 1). La primera sale de Posada y costeano el Paraná termina en las proximidades del puerto 17 de Octubre, antes del río Iguazú; la segunda llega hasta los confines del territorio en la frontera del Brasil (B. de Yrigoyen). Continuamente se trazan nuevos caminos, sendas y picadas, nacionales o particulares, se ensanchan y arreglan otros, que se enlazan entre sí y permiten acercar el material cortado hasta aquellas cuatro importantes vías acuíferas o camineras, que lo conducen directamente hasta Posadas, que es la estación terminal del ferrocarril que une al territorio con Buenos Aires, capital de la República (Véase la fig 9). Las jangadas, un procedimiento fácil y rápido de conducir grandes cantidades de madera flotando sobre las aguas y arrastradas por embarcaciones, sólo pueden navegar hasta la ciudad de Corrientes. Las famosas "correderas" o afloramiento de la piedra en la superficie de las aguas de esos grandes ríos y afluentes obstaculizan



Fig. 9—Vías de comunicaciones más importantes de Misiones. Rutas nacionales, principales y secundarias. Terminal del ferrocarril en Posadas. (Most important means of transportation at Misiones. Highways, roads and railroads. Railroad terminal at Posadas).

la normal navegación, en particular durante las épocas de bajante (véase la fig. 10).

La existencia de un ramal ferroviario cruzando el territorio longitudinalmente, mejoraría sin duda estas condiciones, pero para ello se requiere afianzar las fuentes de recursos para poder asegurar la vida de este medio de transporte. La industria forestal, con la ordenación de los bosques, podría constituirse en una de sus principales fuentes de recursos, de importancia creciente con el progreso de la aplicación de las medidas dasonómicas. Su falta puede subsanarse momentáneamente con los grandes camiones provistos de acoplados o con vehículos arrastrados por tractores.

Mercado para las Maderas

El mercado primordial para las maderas y demás productos forestales de Misiones sigue siendo Buenos Aires, el centro de mayor consumo y del cual luego se reexpiden hacia otras partes del país. Un mercado local misionero es apenas evidente, comprobándose el caso paradójico de que el precio de la madera en Posadas o en Formosa (capital del territorio del mismo nombre, casi enfren-



Fig. 10.—“Correderas” de melájididos aflorando en el curso del río Uruguay, inmediaciones de Salto. (*Melaphyre outcrops in the Uruguay river, near Salto.*)

te de Misiones) es igual o superior al que se registra en Buenos Aires, a 1580 km. de distancia. Es decir que no existe una adecuada organización distributiva. En Misiones hay varios aserraderos y algunas fábricas de madera laminada, cuyo consumo es reducido en comparación con las posibilidades del monte. Se producen mensualmente unos 800 metros cúbicos de madera laminada y siendo su rendimiento del 40 por ciento requieren entonces unos 2.000 metros cúbicos de madera en bruto, que al año resultan 24.000 (3).

Con el fin de orientar y valorizar la producción maderera de este territorio, es aconsejable la instalación de un mercado de concentración. Los estudios previos y los que se deriven de su funcionamiento permitirán tipificar paulatinamente las maderas que se explotan, luego de conocer sus calidades por clases y defectos. El mercado aludido, que seguramente afianzará y encauzará la comercialización de este producto, podría instalarse en Posadas, aunque mejor nos parece en Corrientes o Barranqueras, para poder también concentrar la producción costera de Formosa, Chaco y norte de Corrientes.

Conclusiones

El bosque de Misiones, del tipo higrofítico subtropical, es heterogéneo e irregular, con masas multietáneas integradas por un número elevado de especies, en su mayoría de escaso valor comercial actual. Las especies de mayor estima están presentes con reducida frecuencia y densidad. Tal como está conformado resulta imposible implantar cualquiera de los métodos clásicos de ordenación. En cambio, es aconsejable su transformación en masas normales, regulares, con vuelo de 2-4 especies solamente y en lo posible con pies de igual clase en edad. Ordenar transformando debe ser el método de práctica en este tipo de selva. Este método consiste en un plan de transformación que puede durar 50 a 90 años, hasta originar macizos normales. Recién entonces se impone el plan dasocrático definitivo.

El método de transformación contempla el estudio previo de las masas, hasta levantar

su inventario. Luego viene el reconocimiento y definición de los rodales, que reunidos convenientemente originan los cuarteles de corta. Se sigue con el cálculo de las existencias en volumen y la determinación de su cortabilidad técnica. Con estos datos se obtiene la posibilidad del bosque. Los cuarteles se dividen en tantos tramos como años tenga el turno de explotación.

En Misiones para la determinación de los tipos de bosques, es aconsejable tener muy en cuenta el suelo y su profundidad, como uno de los principales reguladores de la potencialidad de la vegetación leñosa.

Finalmente se fija el primer plan especial de cortas, las que deben ser de mejoras y no de tala rasa, porque además de permitir la extracción controlada de una cantidad de productos principales, busca el rejuvenecimiento definitivo de la masa arbórea.

Luego de considerar el régimen de beneficio y la elección de especies, en este trabajo se alude a la necesidad de experimentar los procedimientos y tratamientos antes de ser aplicados y también a la conveniencia de instalar un mercado de concentración de maderas.

Literatura Citada

1. ANGELELLI, V. 1937. Reconocimiento geológico del Territorio de Misiones en busca de bauxita. Boletín Obras Sanitarias de la Nación 1, Núm. 2. Buenos Aires.
2. DEVOTO, F. E. y M. ROTHKUGEL. 1935. Informe sobre los bosques del Parque Nacional del Iguazú. Bol. Ministerio Agr. de la Nación Vo. 37, Núm. 1 a 4.
4. DILELLA, E. F. 1947. La industria de maderas compensadas en la República Argentina. Bs. Aires. Direc. Forestal, Public. Técnica No. 10.
4. EPPENS, G. A. 1934. Política de conservación. Situación del problema forestal argentino. Anales Soc. Científica Arg. Vol. 18 (4) : 161.
5. FONTANA, E. 1945. Reglas generales para el establecimiento de la ordenación en los bosques altos tropicales "tropófilos y ombrófilos" pluviales. 3a. Conferencia Interamericana de Agricultura, Caracas.
6. GOLLAN, J. 1936. Suelos de Misiones. Santa Fé. Departamento de Química Agrícola y Edafología. Public. No. 3.
7. GONGGRYP, J. W. 1948. Bosquejo de una política forestal general para los trópicos. Unasyuva 2(1) :3-7.
8. GONZALEZ VAZQUEZ, E. 1947. Silvicultura, Tomo 1o., 2a. ed., Madrid.
9. GOUVEA LABOURIAU, L. E. y A. De MATTOS FILHO. 1948. Notas preliminares sobre a "regiao de Araucaria." Anais Brasileiros de Economía Florestal. 1:1-17. Río de Janeiro.
10. KOUTCHE, V. 1928. Los bosques de Misiones en la región de Yerbál Viejo, en: Estudios preliminares sobre bosques de los Territorios Nacionales. Direc. Gral. de Tierras. 55.
11. LAVENIR, P. 1910. Contribución al estudio de los suelos de la República Argentina. Anales Min. Agr. Nación 2(11).
12. OLAZABAL, L. 1927. Ordenación y valoración de Montes. Madrid, 2a. ed. Pp. 519.
13. PARODI, L. R. 1945. Las regiones fitogeográficas argentinas y sus relaciones con la industria forestal. Plants and Plant Science in Latin América: 127-132.
14. RABONESE, A. E. y J. A. CASTIGLIONI. 1946 Los pinares de *Araucaria angustifolia* en la República Argentina. Boletín Soc. Arg. Botánica 1(2) :126.

(Translation of previous article)

Forest Management in the Subtropical Rain Forests of Misiones, Argentina

Domingo Cozzo
Argentina

The forest area of the Territory of Misiones, Argentina, although not large when compared to other forest regions of the country, is important because of the numerous valuable timber species. These subtropical rain forests have been abused since the last century and at present are in urgent need of regeneration for both the local and national economy.

This paper considers a small area of South American forest and from it draws conclusions concerning forestry in many other regions of the continent. This continental forest extending over Brazil, Venezuela, Colombia, Bolivia, Paraguay, and Argentina is a huge reserve of all types of woods and forest resources. In view of the increasing demand for wood created by war and industrialization, the development of forestry in these countries is a problem not exclusively national but world-wide. The forest must be well and methodically managed to avoid further depletion. Cutover areas must be regenerated and virgin areas must be wisely managed, converting them into normal, homogenous and well defined forests as to quality and class of its components. Then it will be possible to harvest the increment annually and at the same time maintain the biotic factors suitable for its reproduction and conservation.

PHYSICAL BACKGROUND

Location and Area

The territory of Misiones is located in the northeastern corner of the country and lies between 23 and 28° South latitude and 54 and 56° West longitude. Its area is 11,506 square miles.

Geographically it has the form of a narrow wedge (43-68 miles wide) between two big rivers: Paraná and Uruguay. It is 200-258 miles long and is bounded, by Paraguay on the East, by Brazil on the North and West and by the Argentine province of Corrientes on the South. The forest area itself is bounded by Paraguay on the East and by Brazil on the North and West.

Physiography

The relief is undulating, in some places gradually but elsewhere more abruptly, as in the north and central parts. Lengthwise and along the center of the territory are found three highland sierras: Imán, Central and Victoria, with an average elevation of 2,400 feet, rising gradually with few abrupt foothills from the valleys of the ríos Paraná and Uruguay. These features give rise to many rivulets and meandering streams. Outside of these Sierras the topography is rolling, with rises of 60 to 120 feet every mile or so (see fig. 1).

Soils

The soils are lateritic and readily erodable by rain. Wind erosion is rare but during torrential rains and in regions deprived of vegetation erosion by water is very common. Soil depth is generally 3 to 15 feet, but may reach 75 feet, as in Loreto, Campo Grande, Oberá and Campiña de Américo. In valleys and lowlands where the soil is deep due to the accumulation of alluvial deposits from eroded slopes and ridges, the forest is denser, healthier, better developed and more valuable. With increasing elevation the soil gradually becomes shallow and ends in almost barren

sites with numerous outcrops of the parent rock (melaphyre and sandstone) (see fig. 2). On this site, with 30 to 40 percent slopes, tree roots are unable to penetrate the soil except through crevices and the forest is essentially protective, of no commercial value.

The soils of Misiones are generally: clayey, containing 1-3 percent organic matter, non-calcareous, acid (pH 4-6), and low in field moisture capacity in relation to clay content. The soil is red, rich in iron (up to 60 per cent) and has originated by disintegration of the melaphyres from the parent rock. It is compact, fine-granular and mostly devoid of big stones. According to mechanical analysis it consists of approximately 40-60 percent sand and the rest is clay (11). According to Angelelli (1) in certain zones it contains as much as 80 percent clay.

The soils have a low calcium content due to excessive leaching. To regain normality an intense liming is necessary. The ferruginous nature of the parent rock results in the low water retaining capacity. The soils are low in soluble salts and phosphorus to such a degree that the vegetation suffers. Potassium is also deficient.

Koutché (10) classifies the soils of Yerbal Viejo as follows: (1) first quality soils, deep, in level land or smooth slopes; (2) second quality soils, shallower, on smooth slope; and (3) third quality, stony soil, on slopes of 35-40 percent or more. The first type is characterized by a dense, well developed forest, and the second type, although productive, is poorer but more extensively distributed over this region.

Climate

Climate is subtropical. Data recorded at Posadas Climatologic Station over a 10-year period show a mean annual temperature of 70°F; during the summer the mean temperature is 78.8°F and the winter mean is 60.8°F. Absolute maxima and minima, as shown in Table 1 are 107.6° and 29°F, respectively. According to Ragonese and Castiglioni (14) at the highest elevations, in the *Araucaria angustifolia* zone at San

Antonio and Bernardo de Irigoyen, temperature goes down to 21.2°F. During late June and early August frosts have been recorded there. The following data were recorded by the Administración General de Parques Nacionales y Turismo at Iguazú Pass during 1949:

Table 1.— Absolute Maximum and Minimum Temperatures, Posadas

Month	Absolute Maximum	Absolute Minimum
	°F	°F
January	100.4	62.6
February	95.0	45.5
March	91.2	66.2
April	89.0	45.5
May	86.0	32.0
June	80.6	50.0
July	82.4	34.0
August	86.0	41.0
September	87.8	41.0
October	87.8	48.2
November	96.8	41.0
December	98.7	53.6

These data reveal the surprising fact that the absolute maximum never exceeds 100.4°F. Temperature fluctuations are only from 30-50°F. Diffusion of this knowledge about maximum temperatures has recently made the magnificent Iguazú Falls a year-long tourist attraction. The hotel located in front of the falls now continues activities during the entire summer. There is a wide and agreeable variation between night and day temperatures. Humidity is high throughout the year; at Posadas it never goes below 70 percent. The sky is generally more or less clear, with strong solar radiation.

Rainfall is abundant, especially during the rainy seasons in the spring and fall. The summer is also rainy, but with some dry periods. Winter is the driest season. At Posadas annual precipitation is 63 inches and in San Pedro 74 inches, but in some places it exceeds 78 inches. There are sporadic dry periods near the boundary with Brazil. The following rainfall data from Puerto Iguazú

have been obtained from the Administración General de Parques Nacionales y Turismo.

Month	Rainfall	
	1949	1950
	Inches	Inches
January	2.8	5.4
February	5.9	8.1
March	9.9	9.7
April	3.7	4.2
May	6.4	7.4
June	6.7	5.1
July	0.5	0.4
August	2.9	Not available
September	5.4	" "
October	2.2	" "
November	1.5	" "
December	5.7	" "
TOTAL	53.6	

During the month of July there were 20 consecutive days without rainfall. Sometimes this also occurs in May and June but usually there are occasional short and torrential rains. In a report to the Dirección de Suelos y Agrotecnia C. Camberos stated that a maximum of 11.8 inches were recorded during one 48-hour period from these rains.

Rainfall frequency and intensity contribute to the erosion and leaching of the soil. Heavy rainfall is received during the period of soil cultivation and planting. Planting techniques employed here are not adapted to sloping lands, and contribute to losses by erosion. Surface water is abundant, and irrigation is not a problem in plantations or nurseries.

Winds are not strong, seldom exceeding 4 miles per hour. Heavy thinnings do not endanger isolated trees.

LAND OWNERSHIP

About 75 percent of the area of Misiones belongs to private individuals, amongst them big companies. The land in private ownership is conveniently located and in the form of big rectangular tracts adjacent to the big rivers. These tracts were once

covered with luxuriant forest but have been heavily exploited, using the rivers as means of transportation. The State nevertheless, owns about 1,820,000 acres which form the so-called "Colonias Fiscales." In contrast with private holdings, most of these lands are not economically accessible because they are located in the central mountainous regions, far from navigable rivers.

The most important "colonias fiscales" are, from North to South, Manuel Belgrano, San Pedro, Aristóbulo Del Valle and Yerbál Viejo (see fig. 3). Numerous smaller colonias are located in the south. The forest starts on their boundaries, for they are in the most exploited part of the territory. From the forestry viewpoint the most important tract is Manuel Belgrano. There some forests still remain little disturbed by man such as the Paraná pine associations. In the extreme North west, at the confluence of the Iguazú and Paraná rivers, an area of 185,000 acres was purchased at the beginning of this century by the government. The northern two-third was set aside as a national park. At present it is divided into three areas for administrative purposes: (1) protection forest, along the upper Iguazú river. (2) recreational, along the lower Iguazú river and falls, and (3) commercial forest, a narrow strip near Puerto Iguazú.

THE FOREST

The most densely forested area extends along the Sierras Central and Victoria from the center of the territory towards the boundary with Brazil.

The forest is subtropical, dense, evergreen, hygrophytic and sciophilous. The upper layer is 90-120 feet high, with various layers beneath, consisting of suppressed trees, lianas, epiphytes and ferns. Travel within the forest is difficult and requires a machete (8) (see figs. 4 and 5).

Within the forest region there are areas which are naturally covered only with low growth and brush. These openings, known locally as "abras", "campiñas" or "campos", are sometimes quite extensive. These

campiñas need not be confused with the "campos rozados" found in the interior of the forest. The latter are originated by burning or girdling the trees, cultivating the soil until the humus surface is exhausted and then abandoning. An exuberant second growth follows and a so-called "capuera" is formed. The vegetation is different from the primitive but after 80 to 150 years succession establishes again a forest type similar to the original climax.

The tree flora of Misiones is characterized by many different species, extremely mixed and all-aged. The species, most common at present are the least valuable (smallboied or wood of inferior quality), due to previous exploitation of precious woods. The so-called "precious" woods are naturally less common, as well as sporadically and irregularly distributed. Towards the northern part of the territory stand density increases due to deeper soils.

The most common tree species in the forests of Misiones are listed on page 152 of this journal in the original Spanish article. In stand surveys there are always recorded a great number of species per acre, and the frequency of any individual species is rather low. There are no pure forests, but those of Paraná pine are the simplest in composition. In a survey made by Ragonese and Castiglioni (14) near San Antonio within a dense stand of Paraná pine 32 different tree and shrub species were found in a 0.6-acre plot. Nineteen pine trees were recorded per acre. This high frequency for a single species is rare. Small pure groves of an acre or less are found occasionally (see fig. 6), but mixed Paraná pine is more typical. Devoto and Rothkugel (2) in surveys made at Iguazú National Park found dense stands of "cedros" but few "inciensos" and "lapachos". Only about one tree per acre was merchantable. In a natural yerba mate stand (*Ilex paraguayensis* St Hil.) these same authors found an average of 12 different species per acre, most of them trees about 8 inches in diameter. The most common species was "sota caballo", with a total of 10 trees per acre. In another 24-acre stand they found

80 different species, the most common being "guatambú blanco", "rabo de macaco", "laurrel negro" and "cancharana".

FOREST MANAGEMENT

Forest management aims at maximum sustained yield of the selected species (12). It is the result of both forest improvement and silviculture. To facilitate management forests are divided into as many equal compartments as there are years in the rotation or cycle. Each compartment represents in quantity and quality the total forest growth during equal periods of time. After all compartments have been harvested the cycle starts all over again. In order to get an adequate yield and at the same time maintain the forest capital, cuttings must be supplemented by other silvicultural measures such as pruning, care of reproduction beneath trees and replanting.

Before attempting forest management it is necessary to make a forest inventory, classifying all stands according to type and location. Then the cutting method is selected and rotation period established. As soon as increment is determined stands are divided into compartments.

As the Misiones forest is so heterogenous and irregular no rigid cutting method may be followed at the start. In mixed forest where there are so many different species and growth varies so widely, there is no adequate basis for classic forest management. The first step to undertake is to prepare a general map for all stands. Stands should be classified as to quality, density, and age classes. Relatively pure stands, although small in area, should be considered first for management, because it is supposed that the most favorable conditions for the species are found in such places, the best adapted for natural regeneration.

Then each stand must be described as to species, location, area, quality and volume. With these data and other information concerning the utility of the trees a technical cutting size is established.

It is obvious that management tends to

produce in due time relatively pure stands or stands formed by at most three or four species of similar characteristics and age classes in the undergrowth. The conversion of the stands as they are now will take long, and in the meantime experiments may be carried on in small areas, trying out different techniques. This will permit setting up a plan for future forest management in all of the area as soon as normal forest are formed.

Clearcutting is too drastic and should be discarded due to possible erosion and because extraction of climax species will produce the inevitable invasion of brush and vines. There are numerous examples of this result in the tropical forests of Africa, Madagascar and the Caribbean Islands.

Fontana (5) states that the best way to treat tropical deciduous forests (similar to Misiones forests) is through conversion by a transitory management technique. It should be started on a rotation period preliminary of the final one to be adopted later. This initial method is the most convenient for tropical mixed forest because it ensures controlled utilization, providing through improvement cuttings products to pay for investments necessary to organize and start management. This leads to those measures which tend to originate a definite rotation and a maximum annual increment. According to Fontana this initial rotation is from 60 to 90 years, depending on the species selected, the products sought, and the prevailing environmental conditions. The final rotation is somewhat longer: up to 150 years.

According to Fontana (5) conversion must follow a pattern parallel to the final management plan. It means dividing the area into compartments and making two or three improvement cuttings in 20 to 30 year cycles, into which this initial rotation is divided. The most important task is to plan and start the first cutting plan during the first 8 to 10 years. Meanwhile data may be gathered, valuable for future cuttings and management techniques.

Management of the Misiones forest should start with a general survey, describing species, vegetation, sites and means of com-

munication. In this way some stands may be selected because they are susceptible of intensive study in the field, previous to the definite management plan. Once the stands have been selected and studied the compartments should be established equal in number to the number of the years to the rotation. Volume should then be determined, not including young nor overmature trees. Stand increment during half of the rotation period is added to those figures and all of it divided by the number of years in the rotation gives the possible annual increment, using one of the various formulas already established.

When the yield is estimated an initial cutting plan should be adopted. In this case, in order to apply the method in a easier way the management unit should not consist of one compartment but of a block of two to four compartments. The conversion rotation should then apply to each block, facilitating the work to be accomplished.

These management rules should be rigidly applied to steep slopes. Forests located on slopes of more than 15 percent should be protected by prohibition of all cutting. Forests over deep and level soils should not be so strictly managed, but clearcutting should be avoided.

Cutting Method

It seems that high forest is the regeneration method that should be selected considering the type of product most needed and the fact that the government owns the forest. Firewood may be obtained as a by-product in improvement cuttings. The principal wood product should be large-sized lumber for shipbuilding, bridges, piling, and other construction. The government is capable of supporting the long-time rotation involved in obtaining this product.

Coppice is most convenient in stands consisting of rapid-growing species suitable only for pulpwood, box and crate and other small-sized products. An important requisite in this type of forest is ease of sprouting. Although some tree species such as guatambú, ñandipá, laureles, rabo de macaco and

vivaró are known to have this ability they have not been tried on a large scale. Research in this aspect is recommended, at least in small plots, under a definite plan.

Choice of Species

Principal species for reforestation should be the most valuable in the market: cedro, pino, incienso, lapacho, guatambú blanco and others. No species should be disregarded on the basis of present lack of interest on the part of wood dealers. Many woods formerly unknown are at present highly utilized due to better knowledge regarding their physical and mechanical properties. Guatambú blanco, grapia and cancharana were almost unknown 10 to 15 years ago. Lack of information and inadequate cutting and seasoning methods are technical handicaps for the proper utilization of many good woods. Therefore wood utilization research is needed in Misiones. Softwoods should be studied in detail as possible candidates for reforestation.

A very important problem also concerns companion species in forest stands. It is widely known that some species do not grow well in the absence of certain others. Our absolute lack of data on the behavior of Misiones trees in natural association in the forest makes it impossible at present to determine whether cedro, for example, needs to grow with another less valuable species. This species never forms pure stands, and this may be the reason. A list of species that should be considered in reforestation plans appears on page 159 of the Spanish text. Most of these yield light to medium-heavy woods, and a few are hard or very hard. In general they are used in construction and for furniture. A second list in the Spanish text on page 159 shows woods suited for sash and doors, flooring and beams and a third list shows woods suitable for plywood.

Properly softened, guatambú amarillo and palo rosa can be cut into veneer. Palo rosa wood has rose spots which make a beautiful figure. Canelón wood has beautiful

mottled grain and is well suited for furniture and plywood. Timbó colorado or falso cedro is a substitute wood for cedro in cigar boxes, toys, turnery and veneer. Cancharana has a beautiful color and should have possibilities as furniture wood. Caroba, rabo de macaco, anchico blanco, marmelero, vasuriña, guayabí and canela also have beautiful grain. The wood of the laureles and loros is very attractive, resembling walnut. It is possible that many of these woods are already in use by sawmills and veneer mills under false names or mixed with other species.

Alecrin and urunday have very hard construction woods and should be produced in Misiones if they prove to grow rapidly in the field.

Regeneration

The silvicultural aim has already been stated, normal stands of two to four species. The most homogeneous stands should be surveyed and divided into blocks for conversion into the most even-aged stands possible. Preparatory cuttings should leave mature seed-trees previously marked and of selected species. Openings will improve light conditions for reproduction. As soon as young growth is well started, the seed trees can be gradually removed and an even-age stand of selected species will develop. It is unwise to start early with removal cuttings because of resulting exposure to erosion. A good measure is to remove shrubs from the understory and burn them outside the forest and to clean up the seed bed to stimulate germination and growth of seedlings originating from seed trees. Some fill-in planting may be needed using nursery stock or wildings.

In exploited forests where only inferior species are found, direct seeding or planting may be necessary to insure improvement of composition. In this case seed trees are not necessary but a convenient shade should always be left to avoid invasion by weeds.

Related research should include seed studies, light influence on tree growth,

species characteristics including growth in different sites and climates, method of reproduction, and effects of different degrees of thinning.

FOREST UTILIZATION

Production

The forests of Misiones at present supply roundwood and construction timber. There is no industry to use secondary wood products, except for firewood and the leaves of "yerba mate" used to prepare Argentina's national beverage. There are more than 30 sawmills and 5 or 6 veneer mills producing more than 800 cubic meters of the latter product monthly.

Woods produced are mostly hard or medium hard and heavy. Softwoods are less used except for cedro, peteribí, pino Paraná and laurel, all of which are of value in the national wood market. Species valuable for boxes, crates, and pulpwood are not common. Hard or medium hard woods are used now more than ever before due to the scarcity of imported wood, but they have few applications and not all well known.

Up to the second World War four precious woods were harvested: incienso, cedro, lapacho and peteribí. Other species were used only occasionally because of the availability of imported timbers. Woods utilized are now more varied, and there are possibilities of using them in many industries.

Yerba mate is a good forest by-product. For every ton of this product 3 to 4 tons of firewood are produced. Annual consumption of firewood is estimated at 240,000 to 320,000 tons compared to 80,000 tons of yerba mate produced annually. This shows that slash, branches and small wood from improvement cuttings, thinnings and cleanings may be utilized as well.

Transportation

The most important means of transporting forest products to market is by water via ríos Alto Paraná and Alto Uruguay.

There are also two important roads, Nos. 12 and 14 (see fig. 1). Road No. 12 starts at Posadas and goes up along the Paraná river up to 17 de Octubre Pass; number 14 goes up to the Brazilian frontier. New roads, ways, and trails, both federal and private, are continuously being built to facilitate extraction to the rivers or to these two main roads reaching Posadas, the terminal of the railroad from Buenos Aires. By water, rafts only reach the city of Corrientes due to the rapids in the rivers which are an obstacle to navigation during low water (see fig. 9).

A railroad traversing the length of the territorio would improve transportation but it is not known whether it would be justified economically. Forest industry following forest management of the area could easily be the most important source of income from the region.

Markets

Buenos Aires is the principal market for woods from Misiones, because it is the center not only of business but also of greatest consumption. The local market at Misiones is scarcely evident and is so poor that the price for wood is the same or higher at Posadas and Formosa than in Buenos Aires, 750 miles distant. An adequate distribution organization is absent. Markets would improve if the mills at Misiones increase their production of timber and plywood.

Forest utilization could be encouraged if a general well-organized distributing market were to be installed at Posadas, Corrientes or Barranqueras. This market would serve also as a center for storage of wood from Misiones, Formosa, Chaco and northern Corrientes. With such facilities utilization could be based on better knowledge of wood properties. Grading of all material would be possible to protect the consumer.

S U M M A R Y

The forests of the territory of Misiones in Argentina are subtropical, hydrophytic, heterogenous, irregular and uneven-aged. They

contain many different species, most of which are of low commercial value at present. Valuable species are comparatively uncommon. Management should be directed toward a normal forest of two to four species, preferably even-aged. Gradual conversion is the best plan to be followed in this type of forest. The desired forest may be attained only after a period of 60 to 90 years. Then a continuous management plan may be followed.

Before attempting the conversion it is necessary to make a forest inventory of the entire area, describe all stands and establish compartments. Volume must be determined as well as possible increment. Knowledge

regarding topography, soil and climate is essential in managing these forests, to prevent erosion and to make possible planting the right species on the proper sites.

Finally, the first special cutting plan should avoid clear-cutting, for the aim should be sustained yield as early as possible, with adequate natural regeneration of most desirable species. After selecting cutting method and species due emphasis must be given to research in silviculture and in wood technology. It is desirable to establish an efficient local market and storage plant.

**(Literature cited appears at the end
of the Spanish text)**

The Natural Vegetation of the Windward and Leeward Islands *

A REVIEW

Frank E. Egler
United States

The vegetation of the Lesser Antilles, despite differences due to endemic species, forms a single vegetation complex that is entirely "tropical" in the sense that it is frost-free. Logically, it lends itself to unified impartial field study and scientific description. History however has decreed otherwise, for with the last of the colonial wars, France was left with the two largest islands (Martinique and Guadeloupe), and England retained all the others except for a few Dutch rocks. Much as a scientist likes to rise above nationalism, he is usually thwarted by factors beyond his control. Two notable attempts have now been made to describe the vegetation of all the Lesser Antilles - one of which is here reviewed. The lion and the fleur-de-lis have remained biologically incompatible. Scientifically, we have not only two nations, but two men, and two technical philosophies, without an understanding of which their respective publications cannot be evaluated.

The fleur-de-lis has given us Henri Stehlé, who spent a full decade in Martinique and Guadeloupe before he wrote "Los tipos forestales de las islas del Caribe" (Caribbean Forester, supplements to vols 6 and 7, issued in Spanish, French and English, 1945-1946). This significant work is divided into five parts: swamps; xerophytic forest, mesophytic forest, hygrophytic forest (rain forest), and altitudinal forest (cloud forest). All concrete examples are taken from the author's personal knowledge of the French Antilles, or from the literature of the other islands which is admittedly scanty. For each

section, the vegetation is discussed under a set of headings which include original tabulations of data on climatology, leaf morphology, wood technology and phenology, these contributing to a valuable aspect of this publication. It is in his scientific philosophy that Stehlé stands apart. He is an "ecologist" primarily, showing no connection with the Braun-Blanquet school of plant sociology. To him, ecology is first last and always "the science of the relations between cause and effect" (p. 279). The forest types, their physiognomy, their leaf morphology and other characteristics of them are the direct reflection, or effect, of the causes that lie in the environment (p. 276). Stehlé's uncomplicated concept of the environment lies mainly in the average climate, and in the "soil." This "soil" is the world used for parent material, and "sandy", "volcanic" and "calcareous" are the adjectives used over and over again to subdivide his major climatic forest types. If the soils are analysed, it is in terms of chemical and mechanical analyses. The word "edaphoclimatic" is used endlessly whenever an explanation is wanted for any and all features of the vegetation. Although hurricanes, unusual weather, stages of soil development, fire, and goatgrazing and cattle-grazing (with their unnoticed but extraordinarily different effects on the vegetation), are not mentioned, they are given no significance.

The lion has provided J. S. Beard, whose many years of experience in Trinidad and Tobago formed an excellent starting point for a program of forestry-oriented field work in all the British islands during much of 1943 and 1944. Although his national fault is the same as that of Stehlé (when discussing Martinique and Guadeloupe, his personal

* By J. S. Beard. Oxford Forestry Memories (Clarendon Press, Oxford) No. 21. 172 p. 52 f. 24 t. 1949.

knowledge is extremely limited, and he quotes from other publications) the fact that the lion's share in number of islands was large, gives him an automatic advantage over his French rival, towards whom he takes frequent occasion to show his claws.

It is by the excellent original data supplied in this volume that this publication becomes definitive for its region, and will long remain a standard reference work. There is an introductory section on (Floristic) Plant Geography (pp. 38-50). The distributions of over 200 tree species are tabulated by islands, from whence a pattern appears of an endemic element, mainly in the rain forest flora. One group appears to have colonized northward from the South American continent, while another group has colonized southward from the Greater Antillean landmass.

Beard's subdivision of vegetation types is first into "climatic climax formations" and "edaphic climax formations", with subdivisions of each based primarily on physiognomy. Two kinds of original data are supplied for many of these vegetation types. The first are enumerations of trees on chosen sample plots up to 10 acres in size. Species are listed and totaled by one-inch girth classes. The second is a series of "profile diagrams", based on height, crown and trunk measurements of all trees on carefully selected 100 (or 200) x 25 ft. strips. (We must still wait for these men to adopt the metric system.) Together with photographs, lists of floristic composition, and vegetation maps of all the islands, this publication unquestionably adds the greatest single increment under one title to our knowledge of Lesser Antillean vegetation.

In his scientific philosophy, Beard not only stands opposed to Stahlé, but possesses an individuality which must be understood before his work can be coordinated with other publications, and evaluated in the future. He claims to follow Cajander in his concept of forest types. Nevertheless, in ideas expressed and in actual quoting, he is far more a lineal descendent of Warming, with a hardy accretion of much that goes

under the name of plant ecology in América.

The climatic climax is halced in this thinking. This climax is that which develops not only in the entire absence of anthropic influences, but in the absence of all natural accidents, catastrophes and "abnormal" disturbances. One catches an emotional dislike, a belittling of anything except that which has developed under a uniform natural environment. Thus, there is frequent use of the words rinate, reduced, defective, degraded, when referring to communities that have been effected by normal hurricanes, landslides, or volcanic activity. To the contrary, "optimal", "absolutely virgin" and "purest possible" communities receive his acclaims, and one naturally wonders to what extent these subjective evaluations determined, perhaps definitively, his choice of sample areas, especially for the climax *Dacryodes-Sloanea* Association, the only such unit in all the Rain Forest of the Lesser Antilles, as well as the *Licania-Oxytheca* Association of the Lower Montane Rain Forest (lying just above *Dacryodes* and *Sloanea*). And "where there has been human interference, there may not be such advantage in studying the structure of the forest, since we do not know how far it now departs from the original". For this reason, the vast complex of scrub, grassland and dry forest, which completely dominate the seminatural lowlands are not accorded the careful quadrat studies of the mountain forests. For the same reason, the historical influences of Carib and Arawak Indians, contemporary fire, goat-grazing and cattle-grazing, are but passingly mentioned, even though in part they may be prime factors in conditioning the present lowland vegetation.

The edaphic factors Beard considers clearly as of secondary importance. He follows Hardy's classification of soil types of the Lesser Antilles, which puts considerable emphasis on moisture-supplying factors of permeability, retentivity and drainage. All chemical factors are considered of minor importance! When it comes to distinguishing

a climatic climax from an edaphic climax, the author has this gem to offer: "... it is never possible to separate completely the effects of climate and soil, and the environment must be viewed as a whole. The distinction between the seasonal and dry evergreen formations is an edaphic one, and as the seasonal forest appears to express the climate more purely than the dry evergreen, some ecologists might wish to regard the latter as edaphic climaxes. The writer, however, suggests that both the seasonal and dry evergreen formations should be regarded as climatic climaxes of equivalent rank developed on different soil-types, because climate is a factor of importance to both to the extent that any change in it would immediately affect the vegetation. A true edaphic climax is illustrated by the mangrove community where no change in climate, within, of course, the range of tropical climates, can affect the formation. The evergreen bushland of the limestone islands must be regarded as a climatic formation because the soil conditions themselves are largely due to lack of rain, and if the climate were to alter the vegetation would be modified." (p. 58). This author agrees with these observations on vegetation — as being such as should sound the death knell of the terms themselves.

The influence of climate and of soil combine to effect the physiognomy of vegetation, and it is on physiognomy that Beard segregates his various vegetation types. Forest, thicket, bushland and woodland, evergreen, semi-evergreen and deciduous, plus the names of predominant species, are the adjectives he used in his terminology of vegetation types. His application of paramo

and tundra to high-elevation Antillean vegetation is unfortunate, and not likely to gain acceptance, despite a superficial appearance in physiognomy of the local vegetation to these regional types. Neither is his use of "savanna", as a seasonal swamp found only on Barbuda, and the only natural grassland of the islands.

The publication concludes with a discussion of the vegetation of Trinidad, Puerto Rico and Mauritius, in the light of comparison with the Lesser Antilles, and from it we derive some valuable generalizations on the vegetation of oceanic islands.

In conclusion, we should note that Beard's classification of climax plant communities was adopted by the First Pan-Caribbean Forestry Meeting, 1946, for recommended use in all tropical America. A strong word of caution should be voiced in this matter. It is the author's personal opinion that the present state of knowledge of all the varying vegetation of tropical America is very far from being adequate to warrant the adoption at this time of a unified classification and nomenclature. Although conformity and uniformity are always to be desired, it should be borne in mind that a system prematurely established is more than not likely to blind future workers, so that they forcibly impose it on vegetation, rather than allow vegetation to reveal its own system. In doing so, they fail to exercise that independence of thinking and observation which is the most critical aspect of their research, and the only aspect which can lead to an advance of the fundamentals of the science itself. Beard's classification is valuable; but it should be recognized as something reflecting but one of many possible modes of thought.

(Traducción del artículo anterior)

JUICIO CRÍTICO SOBRE LA OBRA DE J. S. BEARD

“Vegetación Natural de las Islas Barlovento y Sotavento” *

A pesar de las diferencias debidas a especies endémicas, la vegetación de las Antillas Menores forma un complejo vegetal particular, que es enteramente “tropical” en el sentido de que está libre de heladas. Lógicamente, tiende a adaptarse al estudio de campo y a la descripción científica unificadas e imparciales. Sin embargo, la historia lo ha decretado en otra forma porque con las últimas guerras coloniales, Francia se quedó con las dos islas más grandes (Martinica y Guadalupe) e Inglaterra retuvo el resto, con excepción de algunas rocas holandesas. Aunque el científico quiera sobreponerse al nacionalismo, por lo general se ve obstaculizado por factores sobre los cuales no tiene dominio. Se han hecho dos notables esfuerzos por describir la vegetación de todas las Antillas Menores — uno de los cuales analizaremos aquí. El león y la flor de lís se muestran biológicamente incompatibles. Científicamente tenemos no sólo dos naciones, sino dos hombres y dos filosofías técnicas sin cuya comprensión no pueden evaluarse sus respectivas publicaciones.

La flor de lís nos ha legado a Henri Stehlé quien pasó una década completa en Martinica y Guadalupe antes de escribir sus “Tipos forestales de las Islas del Caribe” (Caribbean Forester, suplementos a los volúmenes 6 y 7, redactado en inglés, francés y español, 1945-1946). Este significativo trabajo está dividido en cinco partes: manglar, bosque xerofítico, bosque mesofítico, bosque higrofitico (pluvial) y bosque altitudinal (enano). Todos los ejemplos concretos ofrecidos surgen del conocimiento personal del autor en materia de las Antillas Francesas o de la literatura

concerniente a las demás islas que es bastante escasa. En cada una de las partes de la obra se discute la vegetación en una serie de encabezamientos que incluyen tablas originales de datos sobre climatología, morfología foliar, xilología y fenología, aportación al valioso aspecto de esta publicación. Es en su filosofía científica que se singulariza Stehlé. Es primordialmente un “ecólogo”, sin mostrar ninguna conexión con la escuela de sociología vegetales de Braun-Blanquet. Para él, la ecología es primero, último y siempre “la ciencia de las relaciones entre causa y efecto” (p. 279). Los tipos forestales, su fisionomía, su morfología foliar y sus demás características son el reflejo directo o el efecto de las causas que radican en el ambiente (p. 276). El concepto sin complicaciones de Stehlé en relación con el ambiente radica principalmente en el clima promedio y en el suelo. El término “suelo” se refiere al material madre y los adjetivos de “arenoso”, “volcánico” y “calcáreo” son usados una y otra vez para subdividir sus principales tipos forestales climáticos. Si analiza los suelos lo hace en términos de análisis químicos y mecánicos. El término “edafoclimático” lo usa incansablemente para explicar uno o todos los aspectos de la vegetación. Aunque los huracanes, las condiciones climáticas poco usuales, las etapas en el desarrollo del suelo, el fuego, el ramoneo o el pastoreo (con sus imperceptibles pero extraordinariamente diferentes efectos sobre la vegetación) no pasan desapercibidas, no les da importancia.

El león nos ha dado a J. S. Beard cuyos años de experiencia en Trinidad y Tobago han formado un excelente punto de partida para un programa de trabajo de campo orientado hacia la dasonomía en todas las Islas Británicas durante gran parte de 1943 y

* Beard, J. S. The Natural Vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs No 21 (Clarendon Press, Oxford, 192 p. 52 f. 24 t. 1949.

1944. Aunque su nacionalismo es igual que el de Stehlé (cuando discute la Martinica y Guadalupe su conocimiento personal es extremadamente limitado y él cita de otras publicaciones), el hecho de que el número de islas del león era grande le da automáticamente una ventaja sobre su rival francés a quien él con frecuencia enseña sus garras.

Los datos originales hacen ésta obra de una naturaleza definitiva para esta región y será siendo por mucho tiempo una referencia clave. La introducción trata de la geografía (florística) de las plantas (p. 38-50). La distribución de más de 200 especies forestales aparece tabulada por islas, de lo cual aparece un patrón de naturaleza endémica, particularmente en la flora del bosque pluvial. Un grupo parece haber colonizado hacia el norte desde el continente Suramericano mientras que el otro ha colonizado hacia el sur desde las tierras de las Antillas Mayores.

Las primeras subdivisiones de los tipos de vegetación según Beard son en "formaciones climáxico-climáticas" y "formaciones edafo-climáticas" con subdivisiones para cada una basadas primordialmente en la fisionomía.

Beard presenta dos tipos de datos originales para muchos de estos tipos de vegetación. En primer lugar enumera los árboles en cuarteles de prueba que llegan hasta un tamaño de 4 hectáreas. Hace listas por especies y totaliza por clases de circunferencia de cada 2.5 cm. En segundo lugar ofrece una serie de "diagramas de perfiles" ecológicos basados en medidas de altura, copa y tronco de todos los árboles en fajas de 33 (o 66) metros por 8. Junto con las fotografías, las listas de composición florística y los mapas de vegetación de todas las islas, sin lugar a dudas esta publicación aporta por sí sola el mayor incremento de conjunto a nuestro conocimiento de la vegetación de las Antillas Menores.

En su filosofía científica Beard no sólo se opone a Stehlé sino que posee una individualidad que debe entenderse antes que su trabajo pueda coordinarse con las demás publicaciones y evaluarse en el futuro. El arguye que sigue a Cajander en su concepto

de tipos forestales. Sin embargo, en las ideas expresadas y en sus citas se ve más como un seguidor de Warming, con una adición de mucho material que se cataloga como ecología vegetal en América.

En su pensamiento idealiza el clímax climático. Este clímax es aquel que se desarrolla no sólo en la total ausencia de influencias ejercidas por el hombre sino que también en ausencia de todos los accidentes, catástrofes o disturbios "anormales" de la naturaleza. El lector adquiere un desagrado emocional, un empequeñecimiento de todo lo que no se haya desarrollado bajo un ambiente natural uniforme. Por lo tanto muestra un uso frecuente de las palabras ruinoso, reducido, defectuoso y degradado cuando se refiere a comunidades que han sido afectadas por huracanes, derrumbes o actividad volcánica normales. Por el contrario aclama a las comunidades "óptimas", "absolutamente vírgenes" y "puras" y uno piensa naturalmente hasta que punto estas evaluaciones subjetivas determinaron, quizás perentoriamente, su selección de las áreas de muestra, especialmente para la asociación *Dacryodes-Sloanea*, la única unidad de ese tipo en el bosque pluvial de las Antillas Menores, así como la asociación *Licania-Oxythecce* del bosque pluvial pedemontano (inmediatamente sobre *Dacryodes* y *Sloanea*). Y "donde hubo interferencia humana, no se sacará mucho partido del estudio de la estructura del bosque, ya que no sabemos hasta que punto difiere del original"! Por esta razón, el vasto complejo de matorral, pastizal y bosque xerofítico que dominan completamente los bajíos semi-naturales, no reciben el cuidadoso estudio en cuadrados de los bosques de las montañas. Por la misma razón las influencias históricas de los indios caribes y arawakos, el fuego, el ramoneo y el pastoreo son mencionados de pasada, a pesar de que ellos pueden ser en parte factores importantes determinantes de las condiciones de la vegetación actual de los bajíos.

Beard claramente considera los factores edáficos como de importancia secundaria. El sigue la clasificación de Hardy de los tipos de suelos de las Antillas Menores, la cual le da considerable énfasis a los factores de hu-

medad tales como permeabilidad, retención y drenaje. Considera todos los factores químicos como de menor importancia! Cuando diferencia entre clímax climático y clímax edáfico, el autor ofrece la siguiente gema: "nunca es posible separar completamente los efectos del clima y del suelo y el ambiente debe visualizarse globalmente. La diferencia entre formaciones estacionales y perennifolias secas es de naturaleza edáfica y como los bosques estacionales parecen revelar la naturaleza del clima con más pureza que el bosque perennifolio seco, algunos ecólogos quizás deseen considerar estos últimos como clímax edáfico. Sin embargo, el autor sugiere que tanto las formaciones estacionales como las perennifolias secas sean consideradas como clímax climáticos de igual rango, desarrollados sobre diferentes tipos de suelos, ya que el clima es un factor de importancia para ambos en el sentido de que cualquier cambio en éste afectaría la vegetación de inmediato. Un verdadero clímax edáfico lo constituye el manglar el cual no es alterado por ningún cambio en clima, en los límites tropicales desde luego. La maleza perennifolia de las islas calizas debe ser considerada como una formación climática porque las condiciones edáficas en sí son en gran parte debidas a la falta de lluvia y si se alterase el clima la vegetación se modificaría (p. 58). El autor de este juicio crítico está de acuerdo con estas observaciones sobre vegetación — de ser de tal índole que constituyen el toque de muerte de los términos en sí.

La influencia del clima y del suelo se combinan para dar lugar a la fisionomía de la vegetación y es en la fisionomía que fundamenta Beard su clasificación. En su terminología de tipos de vegetación encontramos bosques, bosque, matorral, arbolado, perennifolio, semi-perennifolio y deciduo junto con los nombres de las especies predomi-

nantes. Su uso de los términos páramo y tundra aplicados a la vegetación antillana de altura es desgraciado y no habrá de ganar aceptación a pesar del parecido superficial entre la fisionomía de la vegetación local y estos tipos regionales. También le pasa lo mismo a su uso del término savana como un pantano estacional que se encuentra sólo en Barbuda y que constituye el único pastizal natural de las islas.

La publicación termina con una discusión de la vegetación de Trinidad, Puerto Rico e isla de Mauricio, a la luz de comparación con las Antillas Menores y de ello derivamos algunas valiosas generalizaciones sobre la vegetación de islas oceánicas.

Para concluir, debemos hacer mención de que la clasificación de Beard de las sinecias climáticas vegetales fué adoptada por la Primera Reunión Forestal Pan-Caribe y recomendado su uso en toda la América tropical. Debe advertirse enérgicamente que debe tenerse precaución en este asunto. Es opinión personal del autor en esta crítica que el estado actual de conocimientos de toda la variada vegetación de la América tropical está muy lejos de ser adecuada para justificar en esta fecha la adopción de una clasificación y nomenclatura unificadas. Aunque siempre es deseable que haya conformidad y uniformidad, debe tenerse en mente que un sistema establecido prematuramente puede cegar a técnicos futuros de manera que lo impongan a la vegetación en vez de dejar que la vegetación revele su propio sistema. Al hacer ésto no ejercen la libertad de pensamiento y observación que es el aspecto más crítico de su investigación y el único aspecto que puede llevar al progreso de lo fundamental de la ciencia en sí. La clasificación de Beard es valiosa pero debe reconocerse como algo que refleja sólo una entre las muchas modalidades posibles del pensamiento.

The Vegetation of British Guiana

A REVIEW

Tropical Forest Experiment Station
Puerto Rico

Under this title, D. B. Fanshawe has brought together, in Imperial Forestry Institute Paper No. 29 (Oxford), a summary of past explorations and studies of the vegetation of the Colony and has added considerably to the knowledge of the subject by presenting the results of more than 15 years of personal study made as an officer of the Colonial Forest Service.

Fanshawe recognizes four main regions within British Guiana. The Coastal belt, almost perfectly flat, just below or above sea level, is 270 miles long and 40 miles wide at its widest point. The Lowland region, immediately inland from the Coastal belt, is an area of undulating land generally below 500 feet in elevation and makes up more than half of the colony. The Pakaraima Montane region, inland and west of the Lowland region, stretches for 160 miles along the Venezuela-Brazilian border, and is 70 miles in depth. This upland rises to 9,000 feet at Mount Roraima. The Southern Upland region lies in the extreme south and consists of undulating to rugged terrain (generally between 800 and 1,500 feet above sea level).

The Coastal belt is alluvial and is the chief agricultural area but also bears some natural vegetation. The alluvium is a series of deep white and gray quartz gravels, covered by a blue gray silty, clay which in many places is poorly drained and gives rise to peat formation. Precipitation ranges between 83 and 114 inches annually. More than half of this area has been cultivated or grazed.

The Lowland region is not agricultural but contains the chief forestry and mining activities. The soils are generally infertile sands and loams derived from the extensive white sand deposits laid down by a former shallow sea. The white sands are still prominent on the ridges and grade through sandy loams to silty clays in the valley bottoms. Pans are present in many places. Cultivation has been unimportant in this region and is chiefly temporary, along the rivers.

The Pakaraima Mountains form a region of undulating plateaus. The rocks are largely volcanic, sometimes metamorphosed and covered by lateritic ironstone. A series of sediments overlies part of the area. The older rocks produce loams and clays and red earths and the sediments are covered by infertile sands and loams.

The Southern Upland region contains isolated mountain ranges. It is entirely volcanic and is covered by lateritic soils similar to some of those of the Pakaraima Mountains. Precipitation is assumed to exceed 100 inches annually.

The flora is Amazonian in character and shows affinities with Venezuela, Surinam, French Guiana, Brazil, and Trinidad. Beard's classification of tropical American vegetation is applied with some amendment. Seventeen of Beard's twenty-six formations are recognized and eight new ones have been added. Beard's six formation-series, rain forest, seasonal forest, dry evergreen forest, montane forest, marsh forest and swamp forest, are all represented.

The primary vegetation of the Coastal region, apart from relics of littoral woodland, is exclusively swampy, including both marsh forest and swamp forest. The climax vegetation of the lowland region is largely rain forest and seasonal forest. In the Pakaraima Montane region the vegetation is rain forest on the red earths derived from intrusive volcanic rocks and dry evergreen forest on the sandstones and sediments. The vegetation of the Southern upland region is little explored. It is almost unbroken forest, with seasonal forest in the foothills and rain forest above about 1,200 feet elevation.

The different associations of vegetation are briefly described in accordance with Beard's system of classification with data on distribution, relationships, physiognomy and composition. A few plates and profile drawings illustrate the more important types of vegetations.

Some Outstanding Forestry Journals

The following technical forestry journals include the most outstanding as a source of forestry information among those received at the Tropical Forest Experiment Station during 1952. The address of these journals are included to assist any reader who may be interested in subscribing to them.

Australian Forestry

305 Collins St., Melbourne, C. I., Vic., Australia

Bibliography of Agriculture

United States Department of Agriculture Library, Washington, D. C.

Burmese Forester

Forest Service Assn., Rangoon, Burma

Empire Forestry Review

Northumberland Ave., London W. C. 2, England

Farm and Forest

c/o Forest Headquarters, Ibadan, Nigeria

Forestry Abstracts

Farnham Royal, Bucks., England

Indian Forester

P. O. New Forest, Dehra Dun, India

Indonesia Journal of Forestry

Forest Research Inst., Bogor, Indonesia

Journal of Forestry

825 Mills Bldg., 17St. at Pennsylvania Ave. N. W., Washington 6, DC

Journal of South Africa Forestry Assn.

P. O. Box 334, Pretoria, South Africa

Maderil

268 Bolivar, Buenos Aires, Argentina

Malayan Forester

P. O. Box 1042, Kuala Lumpur, Selangor

El Mensajero Forestal

Apdo. Postal 113, Durango, Dgo, Mexico

Montes

Núñez de Balboa 51, Madrid, Spain

New Zealand Journal of Forestry

P. O. Box 387, Palmerston North, New Zealand.

Pakistan Journal of Forestry

P. O. Abbottabad, Pakistan

Philippine Journal of Forestry

Department of Agriculture and Natural Resources, Manila, Philippines.

Revista Florestal

Ministerio de Agricultura, Río de Janeiro, Brazil

Revista Forestal Chilena (Chile Maderero)

Casilla 2433, Santiago de Chile

Tectona

Forest Research Institute, Bogor, Indonesia

Tropical Woods

205 Prospect St., New Haven 11, Connecticut, U. S. A.

Unasyilva

2960 Broadway, New York 27, N. Y.

OUTSTANDING PUBLICATIONS RECEIVED DURING 1952 BY THE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION LIBRARY

- Acosta Solís, M. A. 1952.—La enumeración y descripción de los árboles y maderas. 12 pp. Pub. No. 14. Depto. Forestal del Ecuador. Quito
- . 1952.—Formación de la xiloteca. 22pp. Pub. No. 15 Depto. Forestal del Ecuador. Quito.
- Alcea Steamship Company. 1951.—Flowering trees of the Caribbean. 125 pp. Rinehart and Co., Inc. N. Y.
- Asociación Nacional de Productores de Maderas de Pino. 1948.—Memoria de la primera convención nacional de productores de maderas de pino. 117 pp. El Mensajero Forestal, Durango, Dgo., México.
- Asociación de Pinos del Oeste de los Estados Unidos. 1951.—Manual de prácticas de aserrío. Traducción del inglés por Alfredo Parra Reyes y Comersindo Borgo B. 27 pp. Asocn. Nacional de Productores de Maderas de Pino, Durango, Dgo., México.
- Ayliffe, R. S. 1952.—The natural regeneration of Trinidad forests. 18 pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada. Forest Department, Trinidad and Tobago.
- Bailey, L. H. 1949.—Manual of cultivated plants. 1116 pp. McMillan, N. Y. Rev. ed.
- Blackman, G. B. and G. L. Wilson. 1951.—Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. Ann. Bot. (N. S.), 15:63-94.
- British Guiana Forest Department. Five British Guiana timbers. 4 pp. The Daily Chronicle, Georgetown.
- British Guiana Forest Department. 1951.—Statement of forestry conditions prepared for the British Commonwealth Forestry Conference, Canada. 17 pp.
- British Honduras. 1952.—Statement of forestry conditions prepared for the Commonwealth Forestry Conference, Canada. 21 pp.
- Corner, E. J. H. 1951 and 1952.—Wayside trees of Malaya. Vols. I and II (2nd ed) 762 pp. Govt. Printing Office, Singapore.
- Cunha Mello, Eduardo. 1950.—Parque nacional do Itatiaia. 174 pp. Bol. No. 2. Serviço Florestal, Ministerio da Agricultura, Rio de Janeiro.
- Dominica. 1952.—Statement of forestry conditions prepared for the British Commonwealth Forestry Conference, Canada. 6 pp.
- Duthie, D. W. 1950.—Vegetation and water resources. East African Agricultural Journal 16(1):1-2
- Eggleling, William J. (Rev. and Enl. by Ivan R. Dale) 1951.—The indigenous trees of the Uganda Protectorate. 491 pp. Govt. Printer, Uganda Protectorate.
- Florentina, Octavio. 1947.—Valoración de la tierra. 429 pp. Escuela Especial de Ingenieros de Montes, Madrid.
- Fanshawe, D. B. 1952.—Regeneration of forests in the tropics with special reference to British Guiana. 8 pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada.
- Flugger, Annette L. 1951.—The roles of conservation in the education program of Latin America. 56 pp. Pan American Union, Washington, D. C.
- Foggie, A., D. Kinloch, and C. J. Taylor. 1952.—Development and problems of forest management and the progress of silvicultural research in the closed forest zone of the Gold Coast. 25 pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada. Govt. Printing Dept. Accra.
- Greeley, William B. 1951.—Forests and men. 255 pp Doubleday N. Y.
- Griffith, A. L. and Sam Ram, Backshi. 1947.—The silviculture research code. Vol. 2. The statistical manual. 214 pp. Geodetic Branch, Survey of India, Dehra Dun.
- Gutiérrez, José Verduzco. 1952.—Algunos aspectos del problema de sanidad forestal en México. 180 pp. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo.
- Hardy, F. 1949.—Soil classification in the Caribbean Region (A review). Commonwealth Bureau of Soil Science Tech. Communication No. 46. 12 pp. Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad.
- Holdridge, L. R., Bruce F. Lamb, and Bertell Mason, Jr. 1950.—Los bosques de Guatemala. 174 pp. IICA and Inst. de Fomento de la Producción de Guatemala, Turrialba, Costa Rica.
- Hoover, Marvin D. 1952.—Water and timber management. Journal of Soil and Water Conservation. pp. 75-78.
- Hughes, J. F. 1951.—Utilization problems in Tanganyika. 7pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada.
- Jackson, Benjamín Daydon. 1950.—A glossary of botanic terms (4th ed.) 481 pp. Hafner, N. Y.
- Kribs, David A. 1950.—Commercial foreign woods on the American market. 157 pp. State College, Pennsylvania. Edwards Brothers, Ann Arbor.
- Krishnaswamy, V. S. 1952. Silviculture — Natural regeneration including artificial supplementation — tropical. 7 pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada.
- Lamb, A. F. A. 1951.—Statement on forestry conditions of Trinidad and Tobago prepared for British Commonwealth Forestry Conference, Canada. 12 pp. Govt. Printing office, Trinidad B.W.I.
- Lam, Gearne N.—1951.—The mahogany book. 8th ed. 72 pp. Mahogany Association. Chicago.

- Laurie, M. V. 1943.—Fodder trees of India. Forest Leaflet No. 82. 17 pp. Forest Research Institute, Dehra Dun.
- Lautier, W. M., Lauretta E. Fox, and William T. Ariail. 1952.—Investigations of the toxic principles of *Hippomane mancinella* L. I. Historical review. Journal Am. Pharm. Assn., Sci. Ed. 41 (4) 199-201.
- Lawrence, George H. M. 1951.—Taxonomy of vascular plants. 823 pp. MacMillan, N. Y.
- Leon, Hermano. 1946.—Flora de Cuba. Vol. I. Gimnospermas, Monocotiledoneas. 441 pp. Cultural S. A. Havana.
- Limaye, V. D. 1942.—Interim report on the relation between rate of growth and strength of natural and plantation teak. India Forest Research Institute, Forest Bull. (New Series) No. 113. 13 pp. Delhi.
- López, E. D., G. M. Caldevilla and J. C. Laffitte. 1949. Informe sobre la situación del Uruguay en materia forestal. Rev. Asoc. de Ingenieros Agrónomos 21(84)5-11.
- March, E. W. 1952.—Role of state, communities and private enterprise in national forest policy with a review of the situation in Jamaica. 8 pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada.
- 1951.—Statement on forestry conditions in Jamaica prepared for the British Commonwealth Forestry Conference, Canada. 7 pp.
- Martínez, Máximo. 1952.—Los encinos de Mexico y Centroamérica. Anales del Inst. de Biología 22(2):351-368. Mexico.
- Menega, Alberta M. W. 1948.—Suriname timbers, I. 59 pp. Foundation for Scientific Research in Suriname and Curacao. The Hague.
- Moldenke, H. N. 1950.—The known geographic distribution of the members of Verbenaceae, Avicenniaceae, Stilbaceae, Symphoremaceae, and Eriocaulaceae. Supplement 1. Phytologia 3:283-296.
- Nair, K. R. 1952.—Statistical methods in forest research 8 pp. Paper presented at the British Commonwealth Forestry Conference, Canada. Forest Research Institute and Colleges, Dehra Dun.
- Naverraz, M. 1929. — L'exploitation forestiere u Paraguay. Journal Forestier Suisse 80(7-8): 163-167.
- Oosting, Henry J. 1950.—The study of plant communities. 389 pp. Freeman, San Francisco.
- Parry, M. S. 1951 Priorities in silviculture in Tanganyika. 8 pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada, Tanganyika.
- Pinheiro, Jayme Vieira, and Helmut Paulo Krug. 1951.—Controle de ervas daninhas em sementeiras de Eucalipto. 18. pp. Bol. No. 2. Serviço Florestal, Companhia Paulista de Estradas de Ferro, Rio Claro, Brazil.
- Platt, Robert S. 1942.—Latin America, country-sides and united regions. (1st ed.) 564 pp. McGraw-Hill, N. Y.
- Puntambekar, S. V. 1952.—Chemical utilization of Indian forest products. 6 pp. Paper presented at the British Commonwealth Forestry Conference, Canada. Forest Research Institute and Colleges, Dehra Dun.
- Qadri, M. A. H. 1952.—Forest practice and associated research protection-biological. 6 pp. Paper presented at the British Commonwealth Forestry Conference, Canada. Pakistan Forest Research Institute. Abbottabad.
- Rayner, M. C. and Neilson-Jones, W. 1944.—Problems in tree nutrition. 184 pp. Faber and Faber, London.
- Rojas, Ulises. 1933.—Manual de horticultura, jardinería y arboricultura. 1st ed. 345 pp. Editorial Curthiz, Guatemala.
- Rosevear, D. R. and P. C. Lancaster. 1952.—A review of silvicultural experiment and practice in Nigeria. 11pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada. Nigeria Forest Department.
- Seng, O. D. 1951.—Specific gravity of Indonesian woods and its significance for practical use. 183 pp. Report No. 46, Forest Research Inst., Bogor.
- Standley, Paul C. and Julian A. Steyermark. 1946. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany, Vol. 24, Part V, 502 pp. Chicago Natural History Museum.
- and ————— 1949. —Flora of Guatemala. Fieldiana Botany Vol. 24, Part VI. 440 pp. Chicago Natural History Museum.
- and ————— 1952. —Flora of Guatemala. Fieldiana Botany Vol. 24, Part III. 432 pp. Chi. Nat. Hist. Mu.
- Surinam Forest Service. 1951. Surinam timber. 35 pp. Eldorado, Paramaribo.
- Telford, C. J. 1952.—Small sawmill operator's manual. 121 pp. Agric. Handbook No. 27. United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- Trade and Travel Publications, Ltd. 1952.—The South American handbook. 765 pp. London.
- United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1952. An outline for teaching conservation in High Schools. 21 pp. Publication PA-201. U. S. Govt. Printing Office.
- West, Erdman and Liliam E. Arnold. 1952.—The native trees of Florida. 212 pp. University of Florida Press, Gainesville.
- Westvel, M. 1952.—A method of evaluating forest site quality from soil, forest cover, and indicator plants. Paper No. 48. Northeastern Forest Experiment Station.
- Wettstein, R. 1944.—Tratado de botánica sistemática. 1039 pp. Editorial Labor, Barcelona.
- Wicht, C. L. 1952.—Methods of field experimentation in forestry. 13 pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada. Pretoria, Union of South Africa.
- Wiggs, L. T. 1951.—Problems of dry forest silviculture in Tanganyika. 12 pp. Paper presented at British Commonwealth Forestry Conference, Canada. Tanganyika.
- Wulff, E. V. 1950. An introduction to historical plant geography. 223 pp. Chronica Botanica. Mass.

Inauguración de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de los Andes, Venezuela

El día 20 de octubre, 1952 a las 8:00 de la noche quedó instalada por primera vez la Facultad de la nueva Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Los Andes en Mérida Venezuela. Fué haciendo uso del poder conferido por el Consejo Universitario por Decreto del 24 de mayo, 1952 y amparado por la atribución que le confiere el numeral 2do. del artículo 15 del Estatuto Orgánico de las Universidades Nacionales, que el Honorable Rector de la Universidad de Los Andes instrumentó el Artículo 2do. de dicho decreto, quedando la Facultad instalada en acto solemne. La Facultad está compuesta por el siguiente personal docente:

1. Alfredo Rivas Larralde: Decano y profesor graduado en Ingeniería Agronómica de la Universidad Central de Venezuela en Caracas.
2. Marshall Reed Turner: Director y profesor — graduado en Ciencias Forestales del Oregon State College y de la Universidad de Yale, Connecticut, E.U.A.
3. Federico Bascopé: Profesor — graduado en Ciencias Forestales del Pennsylvania State College, Pennsylvania, E.U.A.
4. Pierre Kiener: Profesor — graduado de la Universidad Politécnica Federal de Zurich, Suiza.
5. Tomás Esponera: Profesor — Ingeniero de Montes de la Escuela Especial de Ingenieros de Montes de Madrid, España.
6. Hans Lamprecht: Profesor — Ingeniero Forestal y Doctor en Ciencias Técnicas graduado en la Universidad Politécnica Federal de Zurich, Suiza.
7. Jean Pierre Veillon: Profesor — Ingeniero Forestal diplomado por la Universidad Politécnica Federal de Zurich, Suiza.
8. Juan Bautista Castillo: Profesor — Ingeniero Agrónomo Jefe de la Sección Forestal del Ministerio de Agricultura y Cria en Mérida. Graduado de la Universidad Central de Costa Rica.
9. Leon Croizat: Doctor en Ciencias graduado en la Universidad de Milán, Italia.
10. Raimundo Goetze: Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas graduado en la Universidad de Tubinga, Alemania.
11. William Remaly: Profesor — B.A. especializado en Inglés graduado en la Universidad de Kansas en Kansas City, E.U.A.
12. Roberto Vargas: Doctor en Ciencias Exactas graduado en la Universidad Central de Madrid, España.
13. Alfredo Buschi: Profesor — Arquitecto graduado en la Universidad de Ginebra, Suiza.
14. Manuel Mujica: Profesor — Arquitecto graduado en la Escuela Especial de Arquitectos de la Universidad de Barcelona, España y de la Universidad Central de Venezuela en Caracas.
15. Andrés Zawrotsky: Profesor — Licenciado en Ciencias Físicas y Matemáticas por la Universidad de San Petesburgo, Imperio Ruso.
16. Guillermo Dávila Olivo: Profesor — graduado en Ciencias Agrícolas del Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas de la Universidad de Puerto Rico en Mayaguez y en Ciencias Forestales de la Escuela de Recursos Naturales de la Universidad de Michigan, Ann Arbor, E.U.A.

INDEX TO VOLUME XIII
OF THE CARIBBEAN FORESTER
January to October 1952

Acclimatization of species -----	XIII, 45
Aclimatación de especies -----	XIII, 47
Argentina, Forest management in the subtropical rain forests of Misiones, -----	XIII, 165
Argentina, Ordenación de los bosques higrofiticos y subtropicales de Misiones, -----	XIII, 145
Chinte, Félix, O. -----	XIII, 75, 85
Comisión Forestal Latinoamericana. Cuarta reunión de la -----	XIII, 143
Cozzo, Domingo -----	XIII, 145, 165
Cuarta reunión de la Comisión Forestal Latinoamericana -----	XIII, 143
Duodésimo informe anual -----	XIII, 21
Filipinas, Siembra de prueba de la caoba hondureña -----	XIII, 85
(<i>Swietenia macrophylla</i>) King en -----	
Forest management in the Luquillo Mountains, II -----	XIII, 49
Forest management in the Luquillo Mountains, III -----	XIII, 93
Forest management in the subtropical rain forests of Misiones, Argentina -----	XIII, 165
Juicio crítico sobre la obra de J. S. Beard "Vegetación natural de las islas Barlovento. -- y Sotavento -----	XIII, 176
Luquillo Mountains, Forest management in the II -----	XIII, 49
Luquillo Mountains, Forest management in the III -----	XIII, 93
Montañas de Luquillo, Ordenación forestal en las, II -----	XIII, 49
Montañas de Luquillo, Ordenación forestal en las III -----	XIII, 93
Natural vegetation of the Windward and Leeward Islands, The -----	XIII, 173
Ordenación de los bosques higrofiticos y subtropicales de Misiones, Argentina -----	XIII, 145
Ordenación forestal en las Montañas de Luquillo, II -----	XIII, 49
Ordenación forestal en las Montañas de Luquillo, III -----	XIII, 93
Siembra de prueba de la caoba hondureña (<i>Swietenia macrophylla</i> King) en Filipinas. --	XIII, 85
Smith, C. M. -----	XIII, 45, 47
<i>Swietenia macrophylla</i> King, Siembra de prueba de la caoba hondureña, en Filipinas --	XIII, 85
<i>Swietenia macrophylla</i> King, Trial planting of large leaf mahogany -----	XIII, 75
Trial planting of large leaf mahogany (<i>Swietenia macrophylla</i> King) -----	XIII, 75
Tropical Forest Experiment Station -----	XIII, 1
Twelf annual report -----	XIII, 1
Wadsworth, Frank H. -----	XIII, 49, 62 93, 120



PACIFIC
OCEAN

MEXICO

UNITED STATES

GULF OF
MEXICO

GUATEMALA
SALVADOR
HONDURAS
BRITISH
HONDURAS
NICARAGUA

COSTA
RICA

PANAMA

CARIBBEAN SEA

CUBA

JAMAICA

BAHAMA
ISLANDS

HAITI

DOMINICAN
REPUBLIC

PUERTO
RICO

ATLANTIC
OCEAN

COLOMBIA

VENEZUELA

TRINIDAD

BR.
GUIANA

GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA