

COMPORTAMIENTO
DE
« PINUS TAEDA » L. Y DE « PINUS CARIBAEA » MORELET
EN EL DELTA DEL PARANÁ ¹

Por REYNALDO J. GRAVELLONI y PABLO E. CASSANI ²

I. INTRODUCCIÓN

Un hecho sumamente auspicioso ha inducido a los autores a llevar a cabo el presente trabajo: la difusión que lenta pero sostenidamente están adquiriendo *Pinus caribaea* Morelet y *Pinus Taeda* L. en el Delta del Paraná sin que hasta la fecha se haya realizado estudio conocido tendiente a demostrar su comportamiento y sus posibilidades futuras.

El Delta del Paraná por ubicación, clima y suelo ofrece grandes posibilidades para la forestación con otras especies que no sean las salicáceas, sumamente difundidas, pero antes de emprender una obra de tal naturaleza debe tenerse la seguridad sobre su comportamiento en el sitio.

Actualmente las explotaciones forestales a base de pinos están en su fase inicial, siendo relativamente pocos los que con alguna referencia sobre ellos y mucho optimismo han emprendido la tarea de cultivarlos en escala apreciable.

Los autores pretenden demostrar en base a la divulgación de los resultados obtenidos, la factibilidad de realizar cultivos en mayor extensión con las especies citadas y contribuir en la medida de lo

¹ Trabajo recibido para su publicación el día 15 de junio de 1953.

² Ingenieros Agrónomos, Jefe de Trabajos Prácticos y Ayudante Diplomado, respectivamente, de la Cátedra de Silvicultura.

posible a la diversificación de las explotaciones incorporando coníferas productoras de maderas de mejor calidad y de mayores usos que los sauces y álamos, además de ofrecer la posibilidad de obtener productos que, como la resina en *Pinus caribaea*, tienen buen valor económico.

Las restricciones propias del estudio, como se verá más adelante, y la edad de la plantación imponen necesariamente un marco de prudencia en las conclusiones a que se arriba pero también es evidente que como orientación, como guía, se ofrecen datos investigados sistemáticamente cuya divulgación es necesaria por cuanto la introducción de algunas de las especies mencionadas (*Pinus caribaea*) data ya de varios años, durante cuyo lapso no se han conocido referencias concretas sobre su comportamiento.

II. ANTECEDENTES SOBRE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Pinus Taeda y *Pinus caribaea* conocidos en Norte América bajo los nombres de «loblolly pine» y «slash pine» respectivamente, con *Pinus echinata* (Shortleaf pine) y *Pinus palustris* (Longleaf pine) son denominados genéricamente «Pinus del sur». Constituyen unos de los recursos forestales más importantes en la extensa zona que abarca el Sud y Sudeste de los Estados Unidos de Norte América, donde además de ser cultivadas se las aprovecha en estado natural, dado su gran facilidad de reproducción. Su rapidez de crecimiento favorece el establecimiento de turnos cortos en su explotación que proporciona madera para pasta de papel, postes, pilotes, madera de sierra, etc., y resina en *Pinus caribaea* y *P. palustris*.

Pinus Taeda está difundido naturalmente en el Este de Texas, Louisiana, Sud de Arkansas, Mississippi, Alabama, Norte de Florida, Georgia, Este de S. Carolina y N. Carolina, Sudeste de Virginia, Sudeste de Maryland y Sud de Delaware.

Pinus caribaea se extiende naturalmente en el Sudeste de Louisiana, Sud de Mississippi, Alabama, Georgia y S. Carolina, Florida, Islas del Caribe y América Central. Requiere suelos más húmedos, soportando los anegadizos más que *Pinus Taeda* y tolera clima más cálido.

Este último se extiende un poco más al Norte, cultivándosele en Tennessee y prospera mejor que cualquiera de los «pinos del sur» en terrenos erosionados (1-6).

Ambas especies proporcionan madera de buena calidad, especial-

mente para pasta de papel, además de madera para sierra, postes y pilotes. *Pinus caribaea* produce una de las maderas más duras, pesada y fuerte entre las coníferas, proporcionando un alto rendimiento en resina. Conjuntamente con *Pinus palustris* es aprovechado para la obtención de resina, de la que Estados Unidos produce alrededor del 60 % de la producción mundial (8-13).

III. MÉTODO DE TRABAJO

Dado la reducida superficie disponible, alrededor de una hectárea para cada especie, a los efectos de registrar las observaciones se trazó en cada plantación una parcela rectangular de 12 metros de frente por 100 metros de fondo, que condicionan una superficie de 1200 m², inferior a lo aconsejado por la Unión Internacional de Investigaciones Forestales para estudios en parcelas de prueba permanentes (50 × 50 m).

No obstante ésta es superior a la que aconseja Echeverría (25 × 25 m), compartiendo sus conclusiones en el sentido de que las especies de rápido crecimiento acusan con más intensidad las diferencias de calidad, lo que permite restringir las observaciones a una superficie más reducida.

En este caso particular se optó por la parcela alargada en razón de que como es conocido en el Delta desde la periferia al centro de las islas, normalmente hay un desnivel suave hasta la depresión central (bañado), por lo común anegado.

Si bien en el tramo recorrido no se observan diferencias acentuadas, es conveniente orientarlas en ese sentido, ya que las variaciones en el suelo ocasionadas por la mayor o menor saturación hídrica acusan mayor irregularidad.

Como la plantación estaba espaciada a 3 metros entre filas por 2 metros entre plantas, se abarcaron 4 filas, dejando alrededor de cada parcela una franja formada por tres filas de la misma especie. Quedan así comprendidos para la observación 200 pies posibles en cada especie.

De acuerdo a la índole del estudio y por tratarse de una masa muy homogénea se optó por el método del análisis del tronco del árbol tipo, uno para cada especie por la circunstancia apuntada. Las condiciones de crecimiento del grupo considerado y la uniformidad bastante grande, tanto en categoría diamétrica como en altura, deci-

dieron a los autores a utilizar para el estudio el árbol medio que representa a la parcela.

En la plantación de *Pinus radiata* no se registró ninguna observación por que su estado era pésimo: muchos árboles de diámetros inferiores estaban muertos en pie y otros de mayor diámetro y edad, aun verdes, se encontraban caídos y semicaídos; un porcentaje bajo sobrevivía en precarias condiciones. Por las razones anotadas y la casi imposibilidad de efectuar un recuento que aparentemente no ofrecía mayor interés, no se midió la parcela, limitándose a señalar esta circunstancia.

En adelante el trabajo se referirá a *Pinus Taeda* y *Pinus caribaea*.

La determinación de los diámetros se efectuó con forcípula a la altura del pecho (1,30 m) y en los dos sentidos perpendiculares. Las alturas se midieron con nivel «Luferco» (Tipo Abney) cotejándose los resultados con la medición directa, una vez apeados los árboles.

Calculadas el área basal y la altura media correspondiente a cada parcela, se procedió a ubicar dentro de ella el árbol que reuniera esas condiciones, para seguidamente derribarlo a los fines de su análisis.

IV. LUGAR DEL ESTUDIO

Las observaciones se practicaron en una pequeña plantación que, con carácter experimental, ha efectuado la «Celulosa Argentina S. A.»¹ en la isla de su propiedad «Ingeniero Humberto» cuya superficie es de 700 hectáreas, ubicada en el Delta del Paraná, con frente al Río Sauce, Sexta Sección de Islas de Entre Ríos, Distrito Seibas, Departamento de Gualaguaychú. Se destinaron a ensayar comparativamente el comportamiento de *Pinus radiata*, *P. Taeda* y *P. caribaea*, obtenidas estas dos últimas especies de semillas procedentes de los Estados Unidos de Norte América.

Como todas las islas del Delta presenta una configuración topográfica con suaves desniveles, los que no acusan mucha diferencia entre el albardón costero y el bañado. En términos generales éste oscila entre 0,80 y 1 metro, pudiéndose encontrar en algunos casos albardones interiores adyacentes a antiguos cauces. Esta formación

¹ Los autores desean destacar las facilidades otorgadas por la «Celulosa Argentina S. A.» y la amplia colaboración prestada por su personal en la realización de este trabajo.

a ambos lados de los ríos y los arroyos debe su origen a la mayor sedimentación y de partículas más grandes que se producen cuando las aguas inundan periódicamente el terreno.

Estas inundaciones pueden ser de dos tipos: la conocida como «repunte» que se produce casi diariamente y hasta dos veces por día en algunos casos, relacionada directamente con el flujo y reflujo marítimo cuyos efectos se acentúan si soplan vientos del cuadrante E-S.E. La persistencia de las aguas sobre el terreno depende de la intensidad del viento y del caudal que en ese momento lleve el río; en general sus efectos no son perjudiciales, sino más bien beneficiosos en el caso de los terrenos bien drenados por medio de zanjas y sangrías y su duración es de poco tiempo.

En cambio, las avenidas de agua por creciente del río pueden ocasionar perjuicios en las plantaciones, en especial en las islas del Delta Superior, donde el agua llega a permanecer durante meses sobre la tierra. Cuando coinciden estas avenidas con fuertes repuntes la altura de las aguas alcanza hasta varios metros sobre el cero del Riachuelo, aunque su duración no excede de algunas horas.

A objeto de evitar estos inconvenientes «La Celulosa Argentina S. A.», ha endicado perimetralmente toda la fracción con un terraplén de 1,20 a 1,50 m de altura, sobre el albardón, con varias exclusas para permitir el drenaje del agua cuando el nivel del río lo permite. De esta manera es posible realizar tareas con implementos mecánicos tirados con tractor, lo que produce una modificación bastante apreciable en el suelo, cuyo aspecto más característico está dado por la transformación de la flora común existente en las plantaciones de las otras islas o las islas vírgenes.

No obstante lo apuntado se trata de terrenos muy húmedos, con agua a muy poca profundidad como pudo observarse en la perforación practicada en el lugar del estudio, donde fué hallada a los 70 cm del nivel del suelo.

V. CLIMA Y SUELO DEL SITIO DEL ENSAYO

Se inserta a continuación un cuadro en el que se han condensado las observaciones climáticas efectuadas en la isla donde está ubicada la plantación :

CUADRO 1

Temperaturas medias mensuales y precipitaciones registradas en el sitio del ensayo (promedio del período 1943-1948)

Meses	Temperaturas (grados centígrados)			Precipitación (mm)
	Máximas	Mínimas	Medias ¹	
Enero.....	28,5	16,6	22,4	120,0
Febrero.....	29,3	15,8	22,8	68,6
Marzo.....	25,5	14,5	20,2	130,0
Abril.....	22,6	11,6	17,1	95,0
Mayo.....	19,5	7,8	14,0	76,8
Junio.....	16,6	6,1	11,6	65,0
Julio.....	15,3	5,5	10,6	19,5
Agosto.....	16,6	5,3	11,4	36,0
Septiembre.....	20,1	8,0	14,4	89,5
Octubre.....	23,0	10,5	17,1	100,5
Noviembre.....	25,8	12,3	19,2	81,3
Diciembre.....	27,8	14,6	21,2	59,5
				941,7

La excavación efectuada en el sitio reveló la existencia de una cubierta muerta de unos 2 cm de espesor constituida exclusivamente por las agujas de pino y a continuación un primer horizonte (a) color pardo oscuro de unos 20 cm a 22 cm ; luego un segundo horizonte (b) color más claro de 50-60 cm. Inmediatamente debajo, alrededor de los 80 cm del nivel del suelo comenzó a fluir agua que llenó rápidamente parte de la calicata.

Las muestras extraídas fueron analizadas, por duplicado, por el Ing. Agrón. Alberto O. Maggi, Jefe de la División Conservación de Suelos del Ministerio de Asuntos Agrarios.

¹ Promedio de tres determinaciones diarias : a las 6, 12 y 19 horas.

CUADRO 2
Resultado de los análisis practicados por duplicado en muestras
extraídas de cada horizonte

Horizonte	a	a	b	b
-----------------	---	---	---	---

ANÁLISIS QUÍMICO

Residuo insoluble %	59,67	59,33	76,83	76,68
Silice soluble %	0,406	0,384	0,423	0,425
Sesquióxidos Fe ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃ %	11,50	11,71	11,86	11,70
CaO %	0,56	0,56	0,56	0,60
MgO %	0,56	0,67	0,73	0,84
P ₂ O ₅ %	0,21	0,20	0,12	0,11
K ₂ O %	0,37	0,44	0,42	0,40
SO ₄ %	0,09	0,08	0,02	0,04

ANÁLISIS MECÁNICO

Arcilla %	32,70	32,32	31,00	30,87
Limo %	49,55	50,47	64,95	68,45
Arena fina %	17,64	17,01	3,93	0,56
Arena gruesa %	0,11	0,10	0,12	0,11

SALES SOLUBLES

CO ₃ Na ₂ %	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026
ClNa %	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058
SO ₄ Na ₂ %	0,0916	0,0922	0,0301	0,0307

La reacción en pH fué de 4,9 para el horizonte (a) y de 4,8 para el (b). La cantidad por mil de nitrógeno respectivamente alcanzó los valores de 8,26 y 4,93.

Las muestras estudiadas pertenecen a terrenos formados por depósitos de arcilla y limo y tenor muy bajo de arena, que condicionan una baja permeabilidad, con alto tenor de materia orgánica. La reacción es francamente ácida, en la que desempeña marcada influencia la materia orgánica parcialmente descompuesta en un medio saturado de humedad.

VI. ANÁLISIS DEL TRONCO

En el árbol tipo hallado para cada parcela se midieron los diámetros en la forma descripta y a las alturas indicadas en el cuadro que se inserta más abajo. En estos sitios fueron aserrados unos discos del tronco para poder efectuar las apreciaciones correspondientes a la edad y marcha del crecimiento diametral.

Ambos árboles se dividieron en varios trozos para facilitar su cubicación más precisa, que se efectuó multiplicando las áreas basales que corresponden a los diámetros de la mitad del trozo, por la altura de éstos; el primero se consideró de 2,60 m de altura y los restantes de 2 m, con excepción del de la cima, que se cubió como un cono con área basal correspondiente al último diámetro medido.

El diámetro total se tomó con corteza y sin corteza y luego se midió el correspondiente a los 5 años de edad.

CUADRO 3

Variación del crecimiento diamétrico en « Pinus Taeda » a los 5 y 10 años

Disco N°	Altura del corte (m)	Número de anillos	Diámetro de los discos a los años (cm)		
			10		5
			c/corteza	s/corteza	
0.....	0	10	31,0	28,4	15,3
1.....	1,30	8	20,0	18,6	8,8
2.....	3,60	7	18,6	17,6	3,0
3.....	5,60	6	16,2	15,1	
4.....	7,60	5	13,5	12,7	
5.....	9,60	4	10,2	9,6	
6.....	11,60	3	6,6	6,2	
7.....	12,60	2	4,4	4,1	

Altura total : 14,80 m.

CUADRO 4
Valores del volumen en « Pinus Taeda » a los 5 y 10 años

Disco N°	Largo del trozo	Superficie de corte a los años (cm)		
		10		5
		c/corteza	s/corteza	
1.....	2,60	314,1600	271,7166	60,8213
2.....	2	271,7166	243,2855	7,0686
3.....	2	206,1203	179,0790	
4.....	2	143,1391	124,1771	
5.....	2	80,9276	72,3824	
6.....	2	34,2120	30,1907	
7.....	2,20 (cima)	15,2053	13,2025	
Suma de las áreas basales de los trozos de 2 metros de largo (cm²):				
		736,1156	649,1147	7,0686
Volumen de los trozos de 2 metros de largo (m³):				
		0,1472	0,1298	0,0014
Volumen del trozo de 2,60 metros de largo (m³):				
		0,0816	0,0706	0,0158
Volumen de la cima (m³):				
		0,0011	0,0009	
<hr/>				
Volumen total.....		0,2300	0,2014	0,0172
Coefficiente mórfo	$\frac{V_r}{V_a}$	$\frac{0,2300}{0,4649}$: 0,49 (con corteza)	
			0,52 (sin corteza)	

CUADRO 5
Variación del crecimiento diamétrico en « Pinus caribaea » a los 5 y 10 años

Disco N°	Altura del corte (m)	Número de anillos	Diámetro de los discos a los años (cm)		
			10		5
			c/corteza	s/corteza	
0.....	0	10	25,6	22,4	14,5
1.....	1,30	8	19,8	16,9	8,7
2.....	3,60	6	17,5	15,0	4,5
3.....	5,60	5	15,4	14,1	
4.....	7,60	4	10,9	10,1	
5.....	9,60	3	7,0	6,5	
6.....	10,60	2	2,4	2,2	

Altura total : 12,90 m

CUADRO 6
Valores del volumen en « Pinus caribaea » a los 5 y 10 años

Disco N°	Largo del trozo (cm)	Superficie de corte a los años (cm²) (áreas basales)		
		10		5
		c/corteza	s/corteza	
1.....	2,60	307,9082	224,3180	59,4469
2.....	2,00	240,5287	176,7150	15,9043
3.....	2,00	186,2654	156,1453	
4.....	2,00	93,3133	80,1186	
5.....	2,00	38,4846	33,1831	
6.....	2,30	4,5234	3,8013	

Suma de las áreas basales de los trozos de 2 m de largo (cm²) :

558,6920 446,1620 15,9043

Volumen de los trozos de 2 m de largo (m³) :

0,1117 0,0802 0,0031

Volumen del trozo de 2,60 de largo (m³) :

0,0800 0,0583 0,0154

Volumen de la cima (m³) :

0,0003 0,0002

Volumen total..... 0,1921 0,1478 0,0186

Coefficiente mórico : $\frac{V_r}{V_a} : \frac{0,1921}{0,3972} : 0,48$ (c/corteza)
0,51 (s/corteza)

CUADRO 7
Marcha del crecimiento en diámetro y volumen en «*Pinus Taeda*»
y «*Pinus caribaea*» a los 5 y 10 años

Edad años	Diámetro a 1,30 m/corteza (cm)	Crecimiento en diámetro (cm)	Volumen en m ³ (cm)	Crecimiento promedio (m ³)	Crecimiento corriente (m ³)
PINUS TAEDA					
5.....	8,8	1,76	0,0172	0,0034	0,0034
10.....	18,6	1,50	0,2014	0,0201	0,0384
PINUS CARIBAEA					
5.....	8,7	1,74	0,0186	0,0037	0,0037
10.....	16,9	0,75	0,1478	0,0148	0,0258

VII. COMENTARIO SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Como puede deducirse de los cuadros respectivos *Pinus Taeda* ha mostrado desde los primeros años una evolución ligeramente superior, que se acentúa a partir de los 8 años, sobre *Pinus caribaea*.

A las 10 años el diámetro a la altura del pecho (1,30 m) es de 20 cm con corteza y 19,8 cm en *P. caribaea*; los valores sin corteza son respectivamente de 18,6 y 16,9, diferencia significativa que influye sobre el rendimiento neto de madera útil, sea para sierra o celulosa.

El crecimiento en altura refleja la misma característica: *Pinus Taeda* tiene 14,80 m hasta la cima, mientras que el *P. caribaea* sólo alcanza 12,90 m.

Como consecuencia de las circunstancias señaladas el incremento volumétrico sufre alternativas similares llegando a valores de 0,230 m³ y 0,192 m³ a los 10 años con corteza en *Pinus Taeda* y *P. caribaea* respectivamente; los valores sin corteza son en el mismo orden: 0,201 m³ y 0,147 m³.

Término medio el espesor de la corteza medida a 1,30 m de altura es de 7 mm en *Pinus Taeda* y 14 mm en *Pinus caribaea*.

De acuerdo a la modalidad observada en los trabajos norteamericanos se consignan los diámetros con corteza a la altura del pecho, correspondiente a los árboles más gruesos, medidos en proporción de 100 por 4.046 m² (1 acre), teniéndose para:

Pinus Taeda: 27,7 cm. *Pinus caribaea*: 23,3 cm

En *Pinus Taeda* se registraron cuatro árboles con diámetro superior a los 30 cm (uno de ellos midió 33,5 cm); en *Pinus caribaea* no se anotó ninguno superior a aquella medida.

El 70 % de los árboles inventariados en *Pinus Taeda* estaba comprendido entre los 16 y 25 cm de diámetro; en *Pinus caribaea* este porcentaje alcanzó el 81 %.

En el mismo orden se hace notar que se registraron 27 y 37 fallas en la plantación que correspondería a 219 y 314 faltantes por hectáreas.

VIII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

a) *Comportamiento de la especie objeto de estudio.* — *Pinus radiata* como se ha señalado mostró un desarrollo regular, con escasa supervivencia pasados los primeros años con muchos de los ejemplares secos, semisecos y caídos a tal punto que se optó por no realizar ninguna observación vistas las dificultades que se presentaban en el trabajo.

La causa de la falla apuntada correspondería atribuirla a la intolerancia de la especie al exceso de humedad; la napa de agua se encuentra a pocos cm del nivel del suelo lo que ocasiona, como se observó en árboles semicaídos, un deficiente desarrollo de las raíces. De acuerdo a su aspecto y al análisis de los discos extraídos pudo observarse un crecimiento bastante vigoroso en los cinco primeros años, para luego ir declinando hasta hacerse susceptible al vuelco cuando en la masa de vegetación se produjo un desequilibrio por escaso desarrollo radicular.

En varias partes del Delta se han podido observar buenos ejemplares, que aunque jóvenes, crecen vigorosos en los albardones muy altos y en áreas restringidas, en condiciones mejores a la del lugar estudiado, circunstancia que corroboraría las deducciones apuntadas.

Por ello y de acuerdo al desarrollo mostrado en el sitio puede inferirse que esta especie no prospera bien y aunque no se poseen mayores datos, puede deducirse que resultaría problemático un buen resultado si se le cultivara en otras partes del Delta de condiciones similares. No se conoce asimismo la existencia en la zona de plantaciones de esta especie.

Pinus Taeda y *P. caribaea* han mostrado en cambio hasta los 10 años un buen crecimiento, con resultados que favorecen a la primera especie en desarrollo y producción de madera.

Ambas prosperan vigorosamente notándose en *Pinus caribaea* una tendencia a ramificarse más bajo y con mayor número de ramas gruesas. Esto puede estar influido por la densidad de la plantación, que se considera inadecuado y que de ser mayor favorecería el desrame natural y la formación de fustes altos, limpios, con elevado coeficiente mórfico.

b) *Densidad de la plantación.* — Para evitar las deficiencias apuntadas resulta indudable que hay que plantar más denso. Una densidad que oscilara entre 2.500 y 3.000 ejemplares por hectárea puede considerarse aconsejable.

Las plantaciones de carácter forestal admiten aún densidades mayores, como puede deducirse de los datos recogidos en la bibliografía consultada, donde abundan antecedentes y estudios al respecto. En estas condiciones se favorece el desrame natural en época temprana, reduciendo la intervención del silvicultor en la poda, que se considera necesaria y aconsejable técnicamente (15-19-13) para la obtención de fustes de mejor calidad, en lo fundamental rectos y con pocos nudos de tamaño reducido.

A la edad actual (10 años) la plantación presenta una densidad que se considera excesiva, necesitando de un raleo que aunque moderado sea lo suficiente para permitir a las copas una iluminación adecuada.

De acuerdo con ese espaciamiento y al incremento que se puede deducir de los árboles apeados, la masa proporcionará en un primer aclareo moderado, alrededor de los 10-12 años, rollizos aprovechables especialmente para celulosa. En sucesivos tratamientos moderados, procurando la densidad óptima, que se pueden repetir cada 3 o 4 años se obtendrá producción comerciable hasta llegar a los 22 años, en que la masa se dejará para la corta final con una cantidad de árboles acorde con los propósitos perseguidos. En términos generales puede aconsejarse una cantidad de ejemplares oscilantes entre 300 y 400 por hectárea, que proporcionarán un buen rendimiento de madera para sierra.

c) *Producción de madera por hectárea.* — En base a los resultados que arroja la cubicación de los árboles tipo, la producción de madera, sin corteza, referida al número real de árboles inventariados y calculada sobre el número posible por hectárea, es decir, computando las fallas en la misma proporción encontrada, es de 291 metros cúbicos para *Pinus Taeda* y 199 metros cúbicos para *Pinus caribaea*. En el mismo orden y de acuerdo con tablas calculadas (3-9) la producción

en metros cuadrados de 25,4 mm de espesor de madera aserrada utilizando sierra circular cuyo corte sea 6,25 mm (1/4 pulgada) sería de 3.082 y 1.892 metros cuadrados respectivamente; considerando como rollizo aserrable sólo aquellos que tengan más de 15 cm de diámetro — sin corteza — en el extremo más fino.

Tomando como base 10,76 pies tabla (1 pie × 1 pie × 1 pulgada de espesor) por metro cuadrado, tendríamos un resultado de 33.163 y 20.366 pies tabla por hectárea para *Pinus Taeda* y *Pinus caribaea* en el orden consignado.

CUADRO 8
Producción probable de madera aserrada en base a los resultados de la parcela

Arbol tipo		Por hectárea			
Metros cúbicos sin corteza	Metros cuadrados de madera aserrada ¹	Arboles reales	Metros cúbicos	Metros cuadrados	Pies tablas ²
PINUS TAEDA					
0,2014	2,13	1.447	291	3.082	33.163
PINUS CARIBAEA					
0,1478	1,40	1.352	199	1.892	20.366

d) *Producción de resina.* — Se observó en *Pinus caribaea* una abundante exudación de miera, lo que en principio indica perspectiva interesante en la producción de resina. Es necesario efectuar estudios sobre su calidad y rendimiento, pues resultará un renglón de importancia para nuestro país que es importador de esta materia. Esta especie en su lugar de origen, conjuntamente con *P. palustris*, es sumamente explotada para ese fin con muy buenos rendimientos y calidad, aprovechándose luego la madera para varios usos. Los Estados Unidos de Norte América producen alrededor del 60% de la producción mundial, obtenida casi exclusivamente de los pinares del sur (8-13).

e) *Fructificación, diseminación y plagas.* — Ambas especies producen conos, no observándose en los recogidos en el suelo y en los árboles derribados, semillas fértiles. Dado la particularidad de estas

¹ De 25,4 mm de espesor.

² 1 pie (1 pie × 1 pie × pulgada espesor).

especies en su sitio natural de producir abundantemente, a cortos intervalos y en edad temprana, puede ser posible para el futuro una producción regular de semillas.

No se observó por la causa descrita diseminación natural ni plantitas jóvenes, perspectiva interesantísima en caso de tener comportamiento similar al de su zona de origen, donde se reproducen profusamente en forma natural, especialmente *P. caribaea*.

En lo que respecta a ataques de insectos y criptogámicos no se registró ningún indicio en los ejemplares examinados. Debe destacarse que para estas especies existen descritos agentes criptogámicos que producen daños importantes.

IX. COTEJO CON RESULTADOS OBTENIDOS EN OTRAS REGIONES

En nuestro país ambas especies están poco difundidas, en particular *Pinus Taeda*, de la que se desconocen plantaciones realizadas en vasta escala. *Pinus caribaea* está un poco más extendido teniéndose conocimiento de una plantación de 250 hectáreas con edades que oscilan entre los 2 a los 9 años establecida en la isla propiedad de la Sociedad Anónima «El Oasis» ubicada en la cuarta Sección de Islas del Delta Bonaerense, sobre el Río Carabelas y Canal Leandro N. Alem. Existen además, fuera de la mencionada, pequeñas plantaciones realizadas con carácter de ensayo, en la Estación Experimental Presidente Perón, de la Administración Nacional de Bosques y Estación Experimental de la Provincia de Buenos Aires, ubicada en el Canal 6 y Paraná de las Palmas; Sociedad Anónima «Tajiber» sobre el Paraná de las Palmas, en la cercanía de Campana y en la propiedad del señor Juan Müller, en la Primera Sección sobre el Arroyo Nueve de Julio.

Carmelich (2) en estudios practicados en pequeños bosquetes de *Pinus Taeda*, establecidos en el arboretum y parque de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires, ha registrado diámetros (c/corteza) y altura promedio de 17,9 cm y 7,50 m respectivamente en árboles de 11 años de edad, plantados a razón de una densidad de 771 ejemplares por hectárea. En el arboretum plantados a 2 metros en todo sentido, el diámetro y altura promedio fué: 8,60 cm y 4,95 m.

Como bien lo hace notar el autor los datos recogidos, no pueden dar una idea acabada sobre el comportamiento forestal de esta especie, aunque señala evolución promisoría. El cotejo de estas cifras con

las obtenidas en el Delta revela una diferencia muy significativa a favor de éstos.

En adelante, salvo indicación especial, las medidas de los diámetros que se indiquen se considerarán tomadas a la altura del pecho (1,30 m sobre el nivel del suelo) y con corteza, como corrientemente se efectúan estas determinaciones.

La bibliografía citada por este autor (9) menciona plantaciones realizadas en Zululand Coast (Sud Africa) con densidad de 1.092 árboles por hectárea, en la que a los 9 años se obtuvieron promedios de 12 cm de diámetro y 8,22 m de altura. En Jessievale (Transvaal) plantados a 1,20 × 1,20 m y raleados hasta 1.452 ejemplares por hectárea, a los 17 años el diámetro medio medido fué 21,6 cm y altura 15,54 m.

Matoon (11) cita en términos generales promedios obtenidos en plantaciones del Sud de los Estados Unidos que oscilan entre 20,5 y 16,2 cm de diámetro en masas abiertas o densas respectivamente y alturas de 13,20 m, datos estos referidos a plantaciones de 20 años de edad en tierras de calidad promedio. Para buenas tierras consigna comparativamente valores de 27 y 19 cm de diámetro y alturas de 16,80 m.

Broadfoot (1) menciona para plantaciones realizadas en el Norte de Mississippi y Oeste Tennessee en suelos buenos y profundos, con densidad normal diámetros que oscilan 17,5 cm y alturas de 10,50 m a los 14 años de edad. En ensayos practicados conjuntamente con *Pinus caribaea* y *P. echinata*, *P. Taeda* ha mostrado los mejores resultados creciendo bien en suelos erosionados por el agua (cañadones) con un mayor porcentaje de supervivencia.

Mann (10) realizó estudios de aclareos en Maxwell, Central Louisiana, en montes originados naturalmente sobre campos de cultivos abandonados, registrando incrementos máximos anuales en diámetro de 1,6 cm hasta los 8 años y 0,9 cm para el período comprendido hasta los 12 años. Estas determinaciones se efectuaron en los 100 árboles más gruesos por acre (4.655 m²).

Ware (18) en un trabajo relativo a diversos espaciamientos llevados a cabo en Alabama, cita para *P. caribaea* y *P. Taeda* en condiciones semejantes, alturas promedios de 11,70 m y 12,70 m en el orden mencionado. El promedio en diámetro considerando sobre los 350 árboles más gruesos por acre fué de 16,2 cm y 18,5 cm a los 14 años para *P. caribaea* y *P. Taeda*; el incremento anual en los dos últimos períodos fué de 1 cm y 0,9 cm respectivamente.

Muntz (14) en observaciones realizadas en el Centro Louisiana con *P. caribaea* y *P. Taeda* que se colocaron en filas alternadas a uno ochenta por uno ochenta metros en terrenos ocupados anteriormente por *Pinus palustris*, a los 10 años registra en *P. Taeda* un promedio en diámetro de 14,7 y 10,5 cm para áreas no quemadas y quemadas, en los que considera sólo a los 100 árboles más gruesos por acre. El promedio de crecimiento fué respectivamente 8,70 m y 6,60 m.

Pinus caribaea mostró en las mismas condiciones diámetros de 12 y 11 cm con alturas de 8,70 y 7,20 m respectivamente. El fuego en el presente caso afectó en menor grado a *P. caribaea* que acusa un incremento más regular que *P. Taeda* en las áreas quemadas.

Huckenpabler (6) da cuenta de las observaciones practicadas en plantaciones experimentales de 19 años de edad llevadas a cabo en Tennessee, espaciadas a 1,80 en todo sentido sobre terrenos agrícolas erosionados. *P. Taeda* muestra un diámetro promedio de 14 cm y *P. caribaea* 14,2 cm. En realidad *P. Taeda* muestra mejor resultado, con una supervivencia del 80 % contra 47 % del *P. caribaea* lo que explicaría la leve superioridad apuntada para éste en razón de su mayor espaciamiento. En altura se repiten las mismas características aunque considerando sólo los árboles dominantes, *P. Taeda* arroja una altura promedio de 12 m, superior a la otra especie.

Lo apuntado confirma que *P. Taeda* se adapta más para terrenos erosionados y que el porcentaje de fallas durante la evolución es menor que los de los otros « pinos del sud ».

Debe consignarse por último que ambas especies están plantadas en este caso en una zona marginal, es decir fuera de su límite natural.

Matoon (12) en términos generales da para *P. caribaea* en el sur de los Estados Unidos diámetros promedios a los 15 años, de 13 cm a 17,2 cm según crezcan los árboles en masas cerradas o abiertas, en tierras de calidad media. En buenas tierras anota respectivamente 16,5 y 22 cm. Para la misma edad la altura corresponde a 14,40 metros y 11,90 m, según estén ubicadas en buenas tierras o calidad media.

Fors A. J. (4) describe a *Pinus caribaea* creciendo naturalmente en la Provincia de Pinar del Río (Cuba) donde prospera muy bien en buenos suelos, de reacción ácida; no vegeta bien en cambio en suelos degradados por el fuego o la erosión hídrica.

En una plantación realizada en terreno en pendiente entre 600 y 800 metros sobre el nivel del mar espaciada a 2 × 3 metros, se anotaron como los mejores pinos, ejemplares excepcionales que a los

6 años tenían una altura de 8 m y 19,1 cm de diámetro en la base. En nuestro medio el promedio de los árboles medidos daba 7,60 m de altura y 16,3 cm aproximadamente a esa misma edad y al nivel del suelo. Tomando el promedio de los 100 árboles de mayor diámetro medido, se superan las cifras consignadas para aquel sitio.

Es interesante destacar que las temperaturas medias y las precipitaciones registradas en aquel lugar guardan cierta similitud con la de la zona objeto del presente estudio.

El mismo autor (11) destaca con carácter general crecimientos a los 10 años de 13 metros de altura y 15 cm de diámetro; a los 16 años otras plantaciones acusaron una altura de 12 m y diámetro de 25 cm.

X. ALGUNAS OBSERVACIONES FUTURAS QUE SE ESTIMAN NECESARIAS

Los resultados obtenidos, realmente promisorios en lo que concierne al porvenir de las especies estudiadas, como asimismo los antecedentes reunidos sobre el comportamiento, características y explotación en su lugar de origen, impulsan a los autores a formular un programa mínimo tendiente a acumular observaciones que permitan ofrecer mayor información a quienes deseen emprender plantaciones en gran escala. Éstas deberían referirse a los siguientes puntos entre otros:

1) Comportamiento en terrenos sin endicamientos, solamente bien sistematizados como para el cultivo de las salicáceas: los antecedentes estudiados permiten suponer igualmente un buen desarrollo, pero es necesario efectuar ensayos serios sobre el particular.

Es necesario destacar, que el elevado precio del endicamiento sólo permite que éste se efectúe para plantaciones de gran envergadura; en las pequeñas plantaciones éste no resulta económico, por lo que en este caso se deciden por efectuar las plantaciones sin protección, como en el caso del señor Juan Müller que la efectúa, con *Pinus caribaea*, sobre el arroyo 9 de Julio, en las proximidades del Río de la Plata, zona diariamente inundada por los repuntes.

Si se facilita el rápido escurrimiento, los repuntes o crecientes periódicas no representarían un factor perjudicial.

2) Ensayo en parcelas alargadas en dirección al bañado: tendiente a demostrar el grado de resistencia a los suelos excesivamente húme-

dos. Los antecedentes estudiados para otras zonas permiten suponer buena tolerancia.

3) Ensayo sobre el espaciamiento adecuado: deberá tenerse en cuenta la finalidad de la producción a obtener. Lo mismo deberá establecerse el tratamiento de aclareo más conveniente.

4) Producción de semillas y diseminación: mediante ensayos periódicos determinar la frecuencia de la fructificación, producción de semillas, porcentaje de germinación, observación sobre la posibilidad de diseminación natural de la especie y en caso de ser factible, modo de favorecerla.

5) Ensayo sobre resinación: estudiar producción, rendimiento y calidad industrial de la resina.

6) Calidad tecnológica de la madera obtenida: a la luz de los diversos tratamientos determinar el más apropiado para obtener madera apta según los usos.

Resumen. — El estudio practicado en pequeñas plantaciones que con carácter de ensayo tiene la «Celulosa Argentina S. A.» en el Delta inferior entrerriano muestra un buen comportamiento para *Pinus Taeda* y *P. caribaea*, no así en el caso del *Pinus radiata*.

Tolerantes a los suelos húmedos, hasta los 10 años no presentan síntomas de declinación, como en *P. radiata*. De las dos especies *Pinus Taeda* prospera en mejores condiciones ofreciendo diámetros y alturas promedios superiores a *P. caribaea*. En el orden citado miden 20 y 19,8 cm con corteza y 18,6 y 16,9 sin corteza, diámetros tomados a la altura del pecho; las alturas totales son respectivamente 14,80 y 12,90 metros.

Este mayor crecimiento da como resultado una producción por hectárea de 291 y 199 metros cúbicos para *Pinus Taeda* y *P. caribaea* respectivamente a los 10 años de edad, considerando el fuste sin corteza. Esta es de 7 mm de espesor en *Pinus Taeda* y 14 mm en el *P. caribaea*.

El rendimiento en metros cuadrados de tablas aserradas de 25,4 mm de espesor utilizando sierra circular de 6,25 mm de espesor sería de 3.082 y 1.892 para *Pinus Taeda* y *P. caribaea* respectivamente, considerando sólo como aserrable los rollizos hasta 15 cm de diámetro, sin corteza en el extremo más fino.

La distancia de plantación de 2×3 m no se considera correcta aconsejándose en principio densidad de 2.500 a 3.000 árboles por hectárea. El desrame natural observado fué muy bajo debido a la causa apuntada pero aun con densidades mayores éste debe ayudarse practicándolo anticipadamente en ramas jóvenes o brotes tiernos para la obtención de madera de mejor calidad.

Se observó en *Pinus caribaea* un flujo apreciable en resina y en ambas especies un comienzo de fructificación aunque no se apreciaron semillas viables en los conos recogidos.

Si bien este estudio está referido a un terreno protegido en su perímetro por un terraplén de 1,20 a 1,50 m de alto, los datos recogidos en lo que respecta a tolerancia para suelos inundados en su área de dispersión natural, permiten suponer que puede prosperar en las islas no endicadas, en las que se hayan efectuado la sistematización común en el Delta para favorecer el rápido drenaje de las aguas que cubren el suelo durante los «repuntes» periódicos.

Summary. — This study carried out in small experimental plantation established in the Delta of Paraná River by the «Celulosa Argentina S.A.», shows a good result in *Pinus Taeda* and *Pinus caribaea* but not so in the case of *Pinus radiata*, possibly intolerant to wet and overflowed soils.

Both species (*P. Taeda* and *P. caribaea*) when ten year old present a healthy growth mainly the *P. Taeda* with shows an average total height of 48,5 feet and 7, 9 inches d. b. h. ; in the same order *P. caribaea* presents 42,3 feet and 7,7 inches. Insidebark the d. b. h. is respectively 7.3 and 6,6 inches.

The volume calculated by the average mean tree is 117,7 and 80,5 cubic meters of peeled wood per acre in *P. Taeda* and *P. caribaea*.

In the plantation studied the spacing chosen — 6,5 by 10 feet — is considered no good ; an initial spacing about 1.000 to 1.300 plants per acre being advisable for obtain clear trunks.

A considerable gum flow in *Pinus caribaea* and in both species a begining of fructification has been observed, but the seed was not viable.

Although the study is refered to protected lands by an embankment 4 feet high, the knowledge about the development of this species in its natural areas — chiefly *Pinus caribaea* — permits to hope for a good result for plantings established in lands without protection, only that they have to be well ditched as those used in poplars plantings for rapid drainage of the waters when the big floods of the Paraná River or the periodicals inundations caused by the influence of the haigh tide or south-eastern winds against the river flow.

BIBLIOGRAFIA

1. BROADFOOT, W. M. 1951. *Forest plantings in North Mississippi and West Tennessee.* — *South. Forest. Exp. St. Occasional paper 120.* N. Orleans.
2. CARMELICH, J. N. F. 1951. *Contribución al estudio del crecimiento del « Pinus Taeda » L.* — *Rev. Fac. Agron. y Vet. de Buenos Aires*, tomo XII, Entrega I : 27-42.

3. ECHEVERRÍA, I. 1942. *Ensayo en tablas de producción del « Pinus insignis » en el Norte de España.* — *Inst. Forest. y Exp.* XIII (22). Madrid.
4. FORS, A. J. 1947. *El pino macho, « Pinus caribaea », en las lomas de Trinidad, Cuba.* — *The Carib. Forest.* 8 (2) : 125-129. Puerto Rico.
5. FORS Y REYES, A. 1947. *Manual de silvicultura.* 269-276. La Habana.
6. HUCKENPAHLER, B. J. 1950. *Development of 19 year old Southern pine plantations in Tennessee.* — *Journ. of Forest.* 48 (10) : 722-723. Washington.
7. JOLY, R. 1945. *Instrucciones para las investigaciones en las parcelas experimentales dependientes de la Estación de investigaciones de la Escuela Nacional de Aguas y Bosques de Nancy, Francia.* Trad. del francés por Buresch Sagner (inédito) 10 págs. (a máquina), Adm. Nac. de Bosques. Buenos Aires.
8. LACRUE, M. T. 1943. *Temas forestales.* 219 páginas, Zaragoza.
9. LEGAT, C. E. 1932. *The cultivation of exotic conifers in South Africa. Abstract of paper; conifers in cultivation.* — *The report of the Conifer Conference Held by the Royal Horticultural Society, 285-308; by Chittenden F. V. : F. L. S., V. H. M., London.*
10. MANN, W. F. 1952. *Response of loblolly pine to thinning.* — *Journ. of Forest.* 50 (6) : 443-446. Washington.
11. MATOON, W. R. 1926. *Loblolly pine primer.* — *U. S. Dep. Of Agric. Farmers' Bull* n° 1517. Washington.
12. — 1931. *Slash pine.* — *U. S. Dep. of Agric. Farmers' Bull* n° 1256. Washington.
13. — 1942. *Pruning southern pines* — *U. S. Dep. of Agr. Farmers' Bull.* 1892. Washington.
14. MUNTZ, H. H. 1948. *Slash pine versus loblolly pine in Central Louisiana.* — *Journ. of Forest.* 46 (10) : 766-767. Washington.
15. ROWLAND, CH. A. (J). 1950. *Early results of bud-pruning in slash pine.* — *Journ. of Forest.* 48 (2) 100-103. Washington.
16. STAHELIN, R. 1949. *Thinning even-aged loblolly and slash pine stands to specified densities.* — *Journ. of Forest.* 47 (7) : 538-540. Washington.
17. UNIÓN INTERNACIONAL DE ORGANIZACIONES DE INVESTIGACIONES FORESTALES. 1946. *Reglas generales para la realización de investigaciones en las parcelas de prueba permanentes.* Traducción de *Outlines for permanent sample plot investigation.* 1936. 23 páginas mimeografiadas, Adm. Nac. de Bosques. Buenos Aires.
18. WARE L. M. and STAHELIN, R. 1948. *Growth of Southern pine plantations at various spacings.* — *Journ. of Forest.* 46 (4) : 267-274. Washington.
19. YOUNG, H. E. and KRAMER, P. J. 1952. *The effect of pruning on the height and diameter growth of loblolly pine.* — *Journ. of Forest.* 50 (6) : 474-479. Washington.