

IPEF n.29, p.19-24, abr.1985

PRODUCTIVIDAD DEL *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. Y Golf. EN TURRIALBA, COSTA RICA

RODOLFO SALAZAR
CATIE, Turrialba, Costa Rica

ABSTRACT - The *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr and Golf is one of the species most frequently planted in Costa Rica. The site index and volume tables are elements that will be useful to develop techniques for increasing productivity in forest plantations. This paper presents the site indices and tables for total and commercial volume with and without bark respectively for eight years old plantations in Turrialba. The morphic factor detected was 0,50 and 32% of bark.

RESUMEN - *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. es una de las especies más plantadas en Costa Rica. Los índices de sitio y tablas de volumen son elementos que eventualmente ayudarán a desarrollar técnicas de aprovechamiento más eficientes para aumentar la productividad de las plantaciones. El presente documento presenta los índices de sitio y tablas de volumen total y comercial, con y sin corteza respectivamente para plantaciones de ocho años en Turrialba. Se encontró un factor de forma de 0.50 y un 32% de corteza.

1. INTRODUCCION

La actividad forestal En Costa Rica no há tomado auge, y no existen grandes áreas bajo plantaciones. La experiencia con que se cuenta a nivel de plantaciones comerciales es muy poca, igual mente escasa es la información sobre crecimiento y productividad de las especies que se han venido plantando. Sin embargo en los últimos 10 años ha habido un aumento considerable en el interés por la reforestación, aunque en la mayoría de los casos se trata de áreas relativamente pequeñas. Una de las especies más frecuentemente plantadas es *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. , razón por la cual resulta de importancia: 1) identificar los factores que limitan el crecimiento de la especie; 2) desarrollar modelos de crecimiento que permitan el diseño y la implementación de medidas silviculturales, con el objeto de maximizar el rendimiento de las plantaciones y 3) entender que la diversidad de suelo y clima existentes en las regiones del país, donde la especie puede crecer, impide que los modelos que se desarrollen sean de aplicación general, en este caso es conveniente apuntar la necesidad de validar los modelos para los distintos sitios.

El objetivo del presente documento es desarrollar una serie de índices de sitio y tablas de rendimiento para *P. caribaea* var. *hondurensis* para las plantaciones de Celulosa de Turrialba, S.A. una de las plantaciones de coníferas más grandes en Costa Rica, ubicadas en una área con clima y suelo muy particulares. El rápido crecimiento de esta especie en Turrialba, permite realizar el primer aprovechamiento a los seis años, y pensar en una cosecha final a los 16 o 18 años.

La productividad de un sitio puede medirse a través de un índice de sitio utilizando la altura dominante a una edad determinada (ASSMANN, 1961) No obstante, CONTRERAS & PETERS (1982) mencionan que este método tiene la limitante de que sólo puede utilizarse donde existen bosques maduros de la especie y en áreas adyacentes. Estos autores también mencionan que se ha podido comprobar que existen variaciones en la productividad de rodales que presentan la misma altura dominante a una determinada edad. Esto indica que hay variables del medio que tienen influencia importante en la productividad de las plantaciones.

Estudios sobre el efecto de las características del sitio en el crecimiento de la var. **hondurensis** en plantaciones entre dos y seis años en Turrialba, demostraron que no existen factores limitantes para el crecimiento desde el punto de vista de fertilidad. El mayor impedimento en la zona es el drenaje. En suelos marginales para la agricultura se detectó un crecimiento en altura de 2.5 m/año en árboles dominantes y codominantes ISOLAN (1972).

SALAZAR (1976) encontró en 12 pequeñas plantaciones en distintas condiciones de suelo y seis años de edad promedio en turrialba, un crecimiento promedio en altura de 12m, 18 cm de dap y un incremento medio anual en volumen total con corteza de 47.6 m³/ha/año.

2. CARACTERISTICAS DEL SITIO

Las plantaciones estudiadas cubren unas 500 ha aproximadamente y están ubicadas en Pavones de turrialba, a 9°56' de latitud norte y 83°37' de longitud oeste, con elevaciones de 600 a 850 metros sobre el nivel del mar. Utilizando la información de la estación meteorológica del CATIE localizada a unos 10 km del sitio de estudio, sugiere una temperatura media de 21.7°C, 2636 mm de precipitación anual y 87% de humedad relativa promedio anual (SALAZAR, 1978). Las plantaciones se establecieron en terrenos de topografía accidentada y pastoreados por muchos años. Los suelos son ultisoles, subgrupo ripic rropohumult arcillosos, rojizos, ácidos y con acumulación de óxidos de hierro y aluminio en el subsuelo (PEREZ et alii, 1978). De acuerdo a la clasificación de Holdridge, esta área corresponde al bosque muy húmedo premontano tropical (HOLDRIDGE, 1976; SALAZAR, 1976).

Para desarrollar los índices de sitio se utilizaron plantaciones de uno a ocho años, con una densidad inicial de 1600 a 2000 árboles/ha y semillas procedentes de Guatemala (Poptum) y Honduras. Estaban subdivididas en 16 lotes según la fecha de plantación. De las 134 permanentes existentes en los 16 lotes, se utilizaron sólo 46. Se eliminaron aquellas que tenían menos de un año de edad, o que estaban en sitios con alta mortalidad. Las parcelas se midieron anualmente durante ocho años y en cada una de las parcelas seleccionadas se identificó el árbol con altura dominante para determinar los índices de sitio, mediante las técnicas matemáticas de regresiones jerárquicas que utilizan la ecuación de crecimiento de altura de schumacher (ALDER, 1980), a través del programa de cómputo SININDEX del paquete PSP*

$$\ln h = a + b/e^k$$

donde

Ln h = log natural de altura dominante
a = 4.665 coeficiente común del intercepto
b = -4.203 coeficiente común de la pendiente
e = índice de edad 15 años
k = 0.405 constante

Para elaborar las tablas de volumen se utilizaron 45 árboles de ocho años. Se seleccionaron árboles entre 11 cm y 28 cm de dap máximo con corteza. El diámetro con corteza se midió con forcípula en milímetros (mm) a intervalos variables par tiendo del diámetro basal, hasta 10 cm de diámetro mínimo, se utilizó un medidor de corteza calibrado en mm para medir el grosor de corteza en cada punto donde se midió el diámetro. La altura comercial se midió hasta 10 cm de diámetro.

Los modelos matemáticos se ajustaron por medio de la regresión lineal, en lugar del sistema gráfico manual, más laborioso y susceptible a error (ALDER, 1980).

3. RESULTADOS

Como resultado del análisis se desarrollaran cuatro curvas (Figura 1) que representan los índices de sitio. Por la forma y la tendencia de las curvas, se deduce que bajo las condiciones del sitio, a ocho años la especie continua creciendo, aún en rodales que no han sido intervenidos.

Dado el alto ajuste que se observó entre los volúmenes total y comercial con y sin corteza calculados (Figura 2,3), se decidió no incluir más árboles para elaborar las tablas.

Los volúmenes con y sin corteza se calcularon utilizando la fórmula de Smalian, tratando la última sección del árbol como un cono. De los 15 modelos de regresión evaluados (programa VOLCAL**) para elaborar cada tabla de volumen de doble entrada, se seleccionó el modelo que presentó el coeficiente de determinación mayor (R^2), el índice de Furnival menor, mejor distribución de los residuales del modelo y la significancia estadística de los coeficientes de la ecuación.

Las tablas de volumen total y comercial con y sin corteza respectivamente, se presentan en los Cuadros 1,2,3 y 3 las cuales incluyen los coeficientes de las regresiones y los índice de ajuste.

Para este rodal de ocho años la procedencia Poptún, Guatemala presentó un factor de forma de 0.50.

El volumen de corteza detectado por árbol fue considerablemente alto; por ejemplo en un árbol de 20 cm de dap y 15 cm de altura el volumen de corteza representó 32% del volumen total. La Figura 4 muestra la variación de corteza en porcentaje con respecto a la variación del dap, determinado por diferencia entre volumen total con y sin corteza para una altura promedio de 18 m.

Figura 1 - Indices de sitios para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. Turrialba, Costa Rica

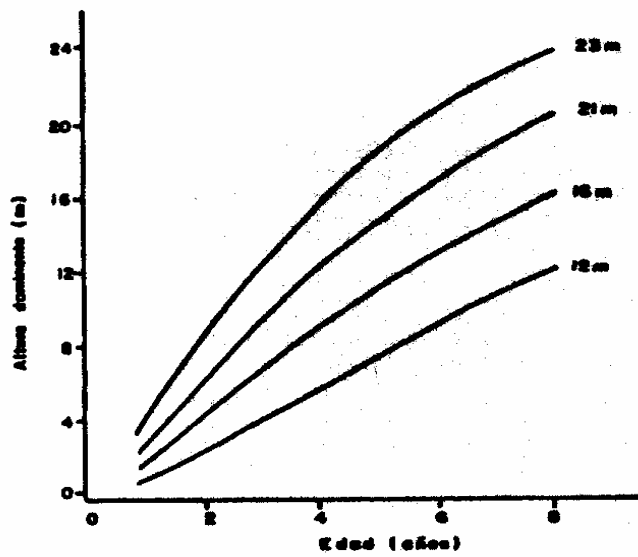


Figura 2 - Volumen total en m^3 /árbol con corteza a ocho años en *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em Turrialba, Costa Rica

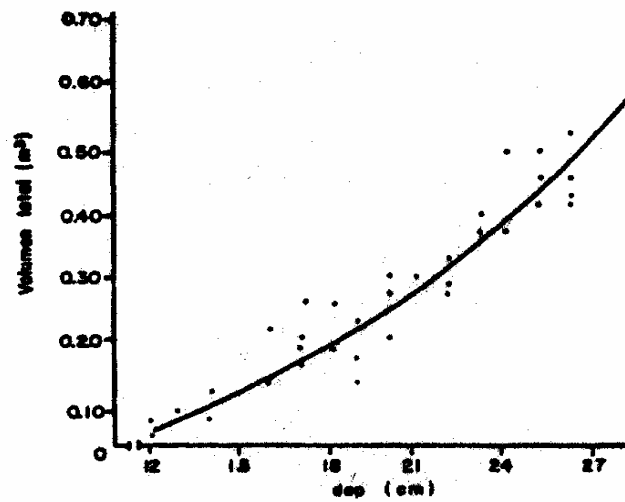
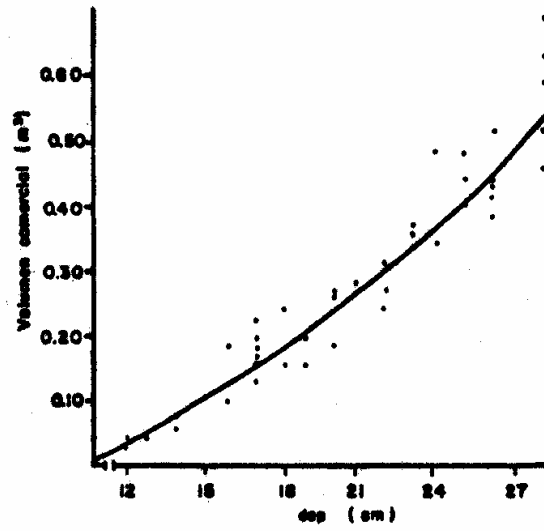


Figura 3 - Volumen comercial m^3 /arbol sin corteza a ocho años de edad em *Pinus caribaea* var. *hondurensis* / em Turrialba, Costa Rica.



Cuadro 1. Tabla de volumen total com corteza (m³) para Pinus caribaea var. hondurensis Barr. y Golf. A ocho años em celulosa de Turrialba

dap (cm)	ALTURA TOTAL (m)													
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	0.0445	0.0490	0.0535	0.0580	0.0625	0.0670	0.0715	0.0760	0.0850	0.0850	0.0895	0.0941	0.0986	0.1031
11	0.0531	0.0584	0.0637	0.0691	0.0745	0.0798	0.0852	0.0905	0.0959	0.1013	0.1067	0.1120	0.1174	0.1228
12	0.0622	0.0685	0.0748	0.0811	0.0873	0.0936	0.0999	0.1062	0.1125	0.1188	0.1251	0.1314	0.1377	0.1440
13	0.0721	0.0793	0.0866	0.0939	0.1012	0.1084	0.1157	0.1230	0.1303	0.1376	0.1449	0.1522	0.1595	0.1668
14	0.0826	0.0909	0.0992	0.1075	0.1159	0.1242	0.1326	0.1409	0.1493	0.1576	0.1660	0.1743	0.1827	0.1911
15	0.0937	0.1031	0.1126	0.1220	0.1315	0.1410	0.1504	0.1599	0.1694	0.1789	0.1884	0.1979	0.2073	0.2168
16	0.1055	0.1161	0.1267	0.1374	0.1480	0.1587	0.1693	0.1800	0.1907	0.2014	0.2120	0.2227	0.2334	0.2441
17	0.1179	0.1298	0.1416	0.1535	0.1654	0.1773	0.1893	0.2012	0.2131	0.2250	0.2370	0.2489	0.2608	0.2728
18	0.1309	0.1441	0.1573	0.1705	0.1837	0.1969	0.2102	0.2234	0.2367	0.2499	0.2632	0.2764	0.2897	0.3029
19	0.1445	0.1591	0.1736	0.1883	0.2029	0.2175	0.2321	0.2467	0.2613	0.2760	0.2906	0.3052	0.3199	0.3345
20	0.1588	0.1748	0.1908	0.2069	0.2229	0.2389	0.2550	0.2710	0.2871	0.3032	0.3192	0.3353	0.3514	0.3675
21	0.1737	0.1912	0.2087	0.2262	0.2437	0.2613	0.2788	0.2964	0.3140	0.3315	0.3491	0.3667	0.3843	0.4019
22	0.1891	0.2082	0.2273	0.2464	0.2655	0.2846	0.3037	0.3228	0.3419	0.3611	0.3802	0.3994	0.4185	0.4377
23	0.2052	0.2259	0.2466	0.2673	0.2880	0.3087	0.3295	0.3502	0.3710	0.3917	0.4125	0.4333	0.4541	0.4749
24	0.2219	0.2442	0.2666	0.2890	0.3114	0.3338	0.3562	0.3787	0.4011	0.4235	0.4460	0.4685	0.4910	0.5134
25	0.2391	0.2632	0.2873	0.3114	0.3356	0.3597	0.3839	0.4081	0.4323	0.4565	0.4807	0.5049	0.5291	0.5534
26	0.2569	0.2828	0.3087	0.3347	0.3606	0.3866	0.4125	0.4385	0.4645	0.4905	0.5165	0.5426	0.5686	0.5946
27	0.2754	0.3031	0.3309	0.3587	0.3865	0.4143	0.4421	0.4699	0.4978	0.5257	0.5535	0.5814	0.6093	0.6372
28	0.2943	0.3240	0.3537	0.3834	0.4131	0.4428	0.4726	0.5024	0.5321	0.5619	0.5917	0.6215	0.6514	0.6812

$$\ln Y = -9.660 + 1.834 \ln X_1 + 1.007 \ln x_2$$

Y = volumen total com corteza (m³)

X₁ = dap (cm)

X₂ = altura total del tronco (m)

Ln = logaritmo natural

R₂ = 97%

Indice de Furnival = 0.028

Cuadro 2. Tabla de volumen total sin corteza (m³) para Pinus caribaea var. hondurensis Barr. y Golf. A ocho años em Celulosa de Turrialba

dap (cm)	ALTURA TOTAL (m)													
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	0.0264	0.0293	0.0322	0.0351	0.0381	0.0410	0.0440	0.0470	0.0500	0.0530	0.0561	0.0591	0.0622	0.0653
11	0.0319	0.0354	0.0389	0.0424	0.0459	0.0495	0.0531	0.0567	0.0603	0.0640	0.0676	0.0713	0.0750	0.0787
12	0.0378	0.0420	0.0461	0.0503	0.0545	0.0587	0.0630	0.0673	0.0716	0.0759	0.0803	0.0846	0.0890	0.0934
13	0.0443	0.0491	0.0540	0.0589	0.0638	0.0688	0.0738	0.0788	0.0838	0.0889	0.0940	0.0991	0.1042	0.1094
14	0.0512	0.0568	0.0625	0.0681	0.0738	0.0796	0.0853	0.0911	0.0970	0.1028	0.1087	0.1146	0.1206	0.1265
15	0.0587	0.0651	0.0715	0.0780	0.0846	0.0911	0.0977	0.1044	0.1111	0.1178	0.1245	0.1313	0.1381	0.1449
16	0.0666	0.0739	0.0812	0.0866	0.0960	0.1035	0.1110	0.1185	0.1261	0.1337	0.1414	0.1491	0.1568	0.1645
17	0.0751	0.0833	0.0915	0.0998	0.1082	0.1166	0.1250	0.1335	0.1421	0.1507	0.1593	0.1680	0.1767	0.1854
18	0.0840	0.0932	0.1024	0.1117	0.1210	0.1305	0.1399	0.1494	0.1590	0.1686	0.1783	0.1880	0.1977	0.2075
19	0.0934	0.1036	0.1139	0.1242	0.1346	0.1451	0.1556	0.1662	0.1768	0.1875	0.1983	0.2091	0.2199	0.2307
20	0.1034	0.1146	0.1260	0.1374	0.1489	0.1605	0.1722	0.1839	0.1956	0.2075	0.2193	0.2313	0.2432	0.2552
21	0.1138	0.1262	0.1387	0.1513	0.1639	0.1767	0.1895	0.2024	0.2153	0.2284	0.2414	0.2546	0.2677	0.2810
22	0.1247	0.1383	0.1520	0.1658	0.1797	0.1936	0.2077	0.2218	0.2360	0.2502	0.2646	0.2789	0.2934	0.3079
23	0.1361	0.1509	0.1559	0.1809	0.1961	0.2113	0.2255	0.2421	0.2575	0.2731	0.2887	0.3044	0.3202	0.3360
24	0.1480	0.1641	0.1804	0.1967	0.2132	0.2298	0.2464	0.2632	0.2800	0.2970	0.3140	0.3310	0.3482	0.3654
25	0.1604	0.1778	0.1954	0.2132	0.2310	0.2490	0.2671	0.2852	0.3035	0.3218	0.3402	0.3587	0.3773	0.3959
26	0.1732	0.1921	0.2111	0.2303	0.2496	0.2690	0.2885	0.3081	0.3278	0.3476	0.3675	0.3875	0.4076	0.4277
27	0.1866	0.2069	0.2274	0.2480	0.2688	0.2897	0.3107	0.3318	0.3531	0.3744	0.3958	0.4174	0.4390	0.4607
28	0.2004	0.2223	0.2443	0.2664	0.2887	0.3112	0.3338	0.3565	0.3793	0.4022	0.4252	0.4483	0.4715	0.4948

$\ln Y = 8.428 + 1.623 \ln X_1 + 0.891 \ln x_2$

Y = volumen total com corteza (m³)

X₁ = dap (cm)

X₂ = altura total del tronco (m) hasta 10 cm de diámetro

Ln = logaritmo natural

R₂ = 99%

Indice de Furnival = 0.021

Cuadro 3. Tabla de volumen comercial con corteza (m³) Para Pinus caribaea var. hondurensis Barr. y Golf. A ocho años em Celulosa de Turrialba

Altura comercial (m) hasta 10 cm con diámetro mínimo											
dap (cm)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	0.0719	0.0783	0.0846	0.0909	0.0971	0.1032	0.1094	0.1154	0.1215	0.1275	0.1334
11	0.0840	0.0914	0.0988	0.1061	0.1133	0.1205	0.1277	0.1347	0.1418	0.1488	0.1558
12	0.0967	0.1053	0.1138	0.1222	0.1305	0.1388	0.1470	0.1552	0.1633	0.1714	0.1794
13	0.1101	0.1199	0.1295	0.1391	0.1486	0.1581	0.1674	0.1767	0.1860	0.1951	0.2043
14	0.1242	0.1352	0.1461	0.1569	0.1676	0.1783	0.1888	0.1993	0.2097	0.2201	0.2304
15	0.1389	0.1512	0.1634	0.175S	0.1875	0.1994	0.2112	0.2229	0.2346	0.2462	0.2577
16	0.1542	0.1679	0.1815	0.1949	0.2082	0.2214	0.2345	0.2476	0.2605	0.2734	0.2861
17	0.1702	0.1853	0.2002	0.2150	0.2297	0.2443	0.2588	0.2732	0.2874	0.3016	0.3157
18	0.1867	0.2033	0.2197	0.2360	0.2521	0.2681	0.2839	0.2997	0.3154	0.3309	0.3464
19	0.2039	0.2220	0.2399	0.2576	0.2752	0.2927	0.3100	0.3272	0.3443	0.3613	0.3782
20	0.2216	0.2412	0.2607	0.2800	0.2991	0.3181	0.3369	0.3556	0.3742	0.3927	0.4110
21	0.2398	0.2611	0.2822	0.3030	0.3237	0.3443	0.3647	0.3849	0.4050	0.4250	0.4449
22	0.2587	0.2816	0.3043	0.3268	0.3491	0.3713	0.3933	0.4151	0.4368	0.4584	0.4798
23	0.2780	0.3027	0.3271	0.3513	0.3753	0.3991	0.4227	0.4462	0.4695	0.4927	0.5157
24	0.2979	0.3243	0.3505	0.3764	0.4021	0.4276	0.4529	0.4781	0.5031	0.5279	0.5526
25	0.3183	0.3465	0.3745	0.4022	0.4296	0.4569	0.4840	0.5108	0.5375	0.5641	0.5905
26	0.3392	0.3693	0.3991	0.4286	0.4579	0.4869	0.5158	0.5444	0.5729	0.6012	0.6293
27	0.3607	0.3926	0.4243	0.4557	0.4868	0.5177	0.5484	0.5788	0.6091	0.6391	0.6690
28	0.3826	0.4165	0.4501	0.4834	0.5164	0.5492	0.5817	0.6140	0.6461	0.6780	0.7097

$\ln Y = 8.428 + 1.623 \ln x_1 + 0.891 \ln x_2$

Y = volumen comercial con corteza (m³)

X1 = dap (cm)

Indice de Furnival = 0.021

x2 = altura del tronco (m) hasta 10 cm de diámetro

Ln = logaritmo natural

R² = 99%

Cuadro 4. Tabla de volumen comercial sin corteza (m³) para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. A ocho años em Celulosa de Turrialba

Altura comercial (m) hasta 10 cm con diámetro mínimo											
dap (cm)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	0.0457	0.0502	0.0548	0.0593	0.0638	0.0684	0.0729	0.0774	0.0819	0.0864	0.0910
11	0.0537	0.0591	0.0644	0.0697	0.0751	0.0804	0.0857	0.0910	0.0964	0.1017	0.1070
12	0.0623	0.0685	0.0747	0.0809	0.0871	0.0932	0.0994	0.1056	0.1118	0.1179	0.1241
13	0.0714	0.0785	0.0856	0.0927	0.0998	0.1069	0.1139	0.1210	0.1281	0.1351	0.1422
14	0.0810	0.0891	0.0971	0.1052	0.1132	0.1212	0.1293	0.1373	0.1453	0.1533	0.1613
15	0.0912	0.1002	0.1092	0.1183	0.1273	0.1364	0.1454	0.1544	0.1634	0.1724	0.1815
16	0.1017	0.1118	0.1219	0.1320	0.1421	0.1522	0.1623	0.1724	0.1824	0.1925	0.2025
17	0.1128	0.1240	0.1352	0.1464	0.1576	0.1688	0.1799	0.1911	0.2023	0.2134	0.2246
18	0.1243	0.1367	0.1490	0.1614	0.1737	0.1860	0.1983	0.2106	0.2229	0.2352	0.2475
19	0.1363	0.1499	0.1634	0.1769	0.1904	0.2040	0.2175	0.2310	0.2445	0.2579	0.2714
20	0.1488	0.1636	0.1783	0.1931	0.2078	0.2226	0.2373	0.2520	0.2668	0.2815	0.2962
21	0.1617	0.1777	0.1938	0.2098	0.2258	0.2419	0.2579	0.2739	0.2899	0.3059	0.3219
22	0.1750	0.1924	0.2098	0.2271	0.2445	0.2618	0.2791	0.2965	0.3138	0.3311	0.3484
23	0.1888	0.2075	0.2263	0.2450	0.2637	0.2824	0.3011	0.3198	0.3385	0.3571	0.3758
24	0.2030	0.2231	0.2433	0.2634	0.2835	0.3036	0.3237	0.3438	0.3639	0.3840	0.4041
25	0.2176	0.2391	0.2608	0.2824	0.3039	0.3255	0.3470	0.3686	0.3901	0.4116	0.4332
26	0.2326	0.2557	0.2788	0.3019	0.3249	0.3480	0.3710	0.3941	0.4171	0.4401	0.4631
27	0.2481	0.2727	0.2973	0.3219	0.3465	0.3711	0.3957	0.4202	0.4448	0.4693	0.4938
28	0.2639	0.2901	0.3163	0.3425	0.3686	0.3948	0.4209	0.4471	0.4732	0.4993	0.5254

$$\ln Y = -9.308 + 1.703 \ln x_1 + 0.993 \ln x_2$$

Y = volumen comercial con corteza (m³)

X1 = dap (cm)

Indice de Furnival = 0.023

x2 = altura del tronco (m) hasta 10 cm de diámetro

Ln = logaritmo natural

R² = 97%

4. DISCUSION

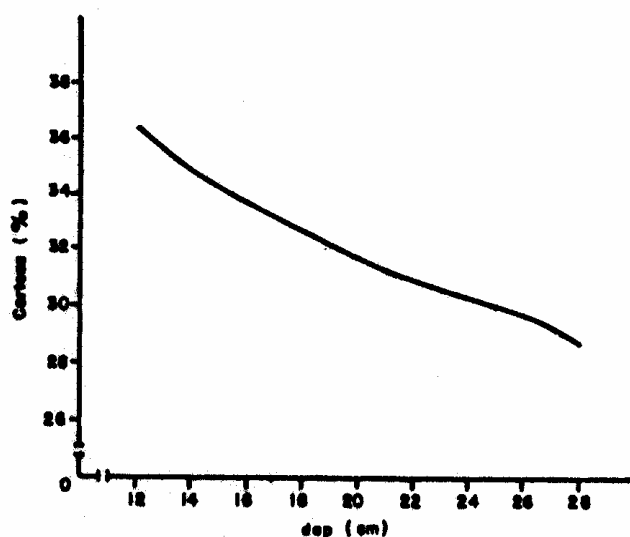
Existen variaciones considerables en los índices de sitio entre las distintas áreas de las plantaciones. No obstante, los modelos calculados en este estudio podrían utilizarse para iniciar el desarrollo de modelos de crecimiento y rendimiento que permitan maximizar el rendimiento.

Se observaron algunas variaciones en los índices estimados para una misma parcela a diferentes edades. Esto es posible que se deba a una serie de factores muy particulares de cada sitio, como incidencia de cola de zorro y su posterior volcamiento. ALDER (1980) indica que para algunos bosques tropicales uniformes, principalmente de **Pinus caribaea** por ser una especie de rápido crecimiento, la altura dominante no es un buen indicador de la clase de sitio. Es posible que ante esta situación sea más recomendable elaborar los índices de sitio en base a variables del suelo.

Los ajustes altos obtenidos para los modelos matemáticos dan confiabilidad en el uso de las tablas de volumen desarrolladas.

El factor mórfico promedio calculado en base a 45 árboles fue de 0.50 varió entre 0.44 y 0.61.

Figura 4 - Variación en el porcentaje de corteza con respecto al volumen total al variar el dap, para una altura total promedio de 18 m.



Este valor más alto podría ser el resultado del efecto del sitio, de la procedencia o de la densidad de plantación. No obstante, es interesante notar desde el punto de vista de mejoramiento genético, la presencia de árboles con factor de forma de 0.61. El factor de 0.50 debe usarse con reserva para las otras áreas de la plantación, debido a las diferencias en las condiciones del sitio ya las procedencias utilizadas. La variación del factor mórfico es un indicativo de lo poco confiable que puede ser el factor de forma cuando se calcula en base a plantaciones no mejoradas.

Esta especie se caracteriza por presentar un volumen de corteza considerablemente alto; el valor de 32% detectado fue muy similar al 30% reportado por UGALDE (1981) para árboles de igual dimensión en la Yeguada en Panamá, bajo condiciones de clima y suelo diferentes. Desde el punto de vista económico, este es un factor negativo que debe ser tomado en consideración a la hora de seleccionar las especies y los sitios para reforestación. Tomando en cuenta los costos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones comerciales bajo las condiciones agroclimáticas de Turrialba (SALAZAR, 1978) la rentabilidad de las plantaciones puede verse sensiblemente afectada si un 32% del producto no es aprovechado, aunque la producción total sea alta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, D. - Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos:2 - predicción del rendimiento. FAO, Roma, 1980. 80p.
- ASSMAN, E. - **Waldetragskunde**. Munchen, BLV. Verlags gesellschaft., 1961. 490p.
- CONTRERAS, C.C. & PETERS, R.N. - Indices de sitio para pino oregón en la Provincia del Valdivia y sus relaciones con sitios para pino insigne. In: SCHIATTER, J.E. ed. Evaluación de la productividad de sitios forestales. Valdivia, 1982.p.96-107
- HOLDRIDGE, L.R. - **Diagrama de la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo**. San José, Centro Científico Tropical, 1976. 1p.
- ISOLAN, F.B. - Estudio da qualidade de sitio para **Pinus caribaea** Mor. var. **hondurensis** Bar. e Gol f. no contao de Turrialba, Costa Rica. Turrialba, 1972. 85p. (Tese: Mestrado-IIICA)
- PEREZ, S. et alii - Asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica (mapa preliminar). oficina de Planificación Sectorial Agropecuária, San José, 1978. Escala 1:200.000 (9 mapas).
- SALAZAR, R. - **Costos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en Turrialba, Costa Rica**. Turrialba, Celulosa de Turrialba, 1978. 37p.
- SALAZAR, R. - **Rendimiento del *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. a los 8 años de edad en el Cantón deTurrialba**.Turrialba, Centro Agrícola Cantonal de Turrialba, 1976. 33p.
- UGALDE, L. - **Tablas de volumen paa *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la reserva forestal La Yegaada, Panamá**. Turrialba, CATIE, 1981. 13p.