

Summary

This work contains volume tables for Pinus caribaea var hondurensis located in La Yeguada Forestry Reserve, Panamá. The tables were calculated for total volume and minimum top diameters of 5 and 10 cm for trees with and without bark.

A sample of 105 trees between 7 and 13 years old was selected from 14 different sites in the Reserve. DBH ranged from 9-35 cm and heights from 5-20 m. Among 15 mathematical models were tested. The model $\ln v = \ln d + \ln h$, showed the highest correlation coefficients and lowest Furnival Index Values.

Introducción

P*inus caribaea* var *hondurensis* es una de las especies que mejor desarrollo ha presentado en ensayos de introducción realizados en el trópico, especialmente en zonas húmedas con una estación seca. Esta especie se ha introducido en diferentes zonas de Panamá tanto a nivel experimental como en plantaciones pequeñas privadas.

Con base en los resultados prometedores obtenidos con esta especie a nivel experimental (4), la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (RENARE), inició el establecimiento de plantaciones a mayor escala en varios sitios del país. En la Provincia de Veraguas se encuentra ubicada la Reserva Forestal La Yeguada, que cuenta ahora con cerca de 2 000 ha plantadas de *P. caribaea* var *hondurensis*, aproximadamente a 20 kilómetros al norte del pueblo de Calobre, con una elevación que se extiende desde los 400 msnm hasta los 1 000 msnm.

La Reserva se caracteriza por una temperatura media mensual de 22.8°C. La precipitación es relativamente alta con un total anual de 2 463 mm siendo el período de mayor precipitación de abril

a diciembre y los meses de menor precipitación de enero hasta marzo con promedios inferiores a 50 mm mensuales (2). En su mayor parte la Reserva se ubica dentro de la zona ecológica del bosque muy húmedo premontano según la clasificación de Holdridge (3).

Los suelos en esta zona son litosoles, en su mayoría de textura franco-arcillosa y de color amarillo-rojizo. La roca madre es de tipo sedimentario, fácilmente meteorizable y los suelos derivados de ella tienen poca estructura y una baja fertilidad combinada con una alta acidez (5). Estos suelos se encuentran altamente degradados por antiguas prácticas de tala incontrolada, usos agrícolas inadecuados y pastoreo excesivo, con una vegetación natural pobre.

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de tablas de volumen de doble entrada para *P. caribaea* var *hondurensis* con y sin corteza, para un diámetro mínimo en el extremo superior del fuste de 5 y 10 cm y para volumen total que faciliten en el futuro la cubicación de rodales.

Materiales y métodos

Para la elaboración de las tablas de volumen se escogió una muestra de 105 árboles con edades entre 7 y 13 años, en 14 sitios diferentes de la Reserva, correspondientes a clases diamétricas desde 9 cm hasta 35 cm y clases de alturas de 5 m hasta 20 m (Cuadro 1). La muestra se limitó debido a que no se encontraron árboles con diámetro superior a 35 cm.

¹ Recibido para publicación el 11 de marzo de 1982. Se agradece a la Biometrista Heather J Palmer, su colaboración en el análisis estadístico de este estudio.

* Silvicultor. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 1. Distribución de clases diamétricas y de alturas de los 105 árboles de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* utilizadas para la elaboración de cuadros de volumen.

Diámetro Altura Pecho (cm)	Clases de altura (m)								Total
	5.0*	7.0	9.0	11.0	13.0	15.0	17.0	19.0	
9.0**	0	2	0	0	0	0	0	0	2
11.0	1	9	3	2	0	0	0	0	15
13.0	2	12	11	1	0	0	0	0	26
15.0	0	7	9	0	3	2	0	0	21
17.0	0	0	1	0	3	1	0	0	5
19.0	0	0	0	0	2	2	0	0	4
21.0	0	0	0	0	1	1	4	0	6
23.0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
25.0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
27.0	0	0	0	2	1	3	2	0	8
29.0	0	0	0	0	1	1	0	2	4
31.0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
33.0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
35.0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
TOTAL	3	30	24	5	11	16	11	5	105

* 5.0 = 4.5 - < 5.5

** 9.0 = 8.5 - < 9.5

Cuadro 2. Coeficientes de correlación e índice de Furnival entre el volumen, el diámetro y la altura de *P. caribaea* var. *hondurensis* con y sin corteza establecidos con 15 modelos matemáticos.

Modelos probados	Coeficiente de correlación (r)		Índice de Furnival ($\times 10^{-3}$)	
	con corteza	sin corteza	con corteza	sin corteza
1 $v = d$	0.968	0.959	37.60	32.20
2 $v = d + d^2$	0.973	0.965	34.58	30.05
3 $v = d^2$	0.973	0.965	34.76	30.08
4 $v = d^2 h$	0.993	0.990	17.06	16.20
5 $v = d^2 + h + d^2 h$	0.994	0.991	16.77	15.31
6 $v = d^2 + dh + d^2 h$	0.994	0.991	16.77	15.32
7 $\ln v = \ln d$	0.976	0.966	19.21	16.05
8 $\ln v = \ln d + \ln h^*$	0.997	0.992	7.16	7.93
9 $v = d + d^2$ ponderado para d^2	0.778	0.815	19.92	16.78
10 $v = d^2$ ponderado para d^2	0.750	0.779	20.85	18.09
11 $v = d^2 h$ ponderado para $d^2 h$	0.523	0.462	7.35	8.12
12 $v = d^2 + h + d^2 h$ ponderado para $d^2 h$	0.967	0.957	8.09	8.49
13 $v = d^2 + h + d^2 h$ ponderado para $d^2 h$	0.558	0.535	7.22	7.31
14 $v = d^2 + dh + d^2 h$ ponderado para $d^2 h$	0.968	0.956	8.01	8.52
15 $v = d^2 + dh + d^2 h$ ponderado para $d^2 h$	0.572	0.535	7.14	7.81

v = volumen total, con o sin corteza, (m^3); d = diámetro a la altura del pecho, (cm); h = altura total, (m) y \ln = logaritmo natural en base de e.

* Modelo seleccionado

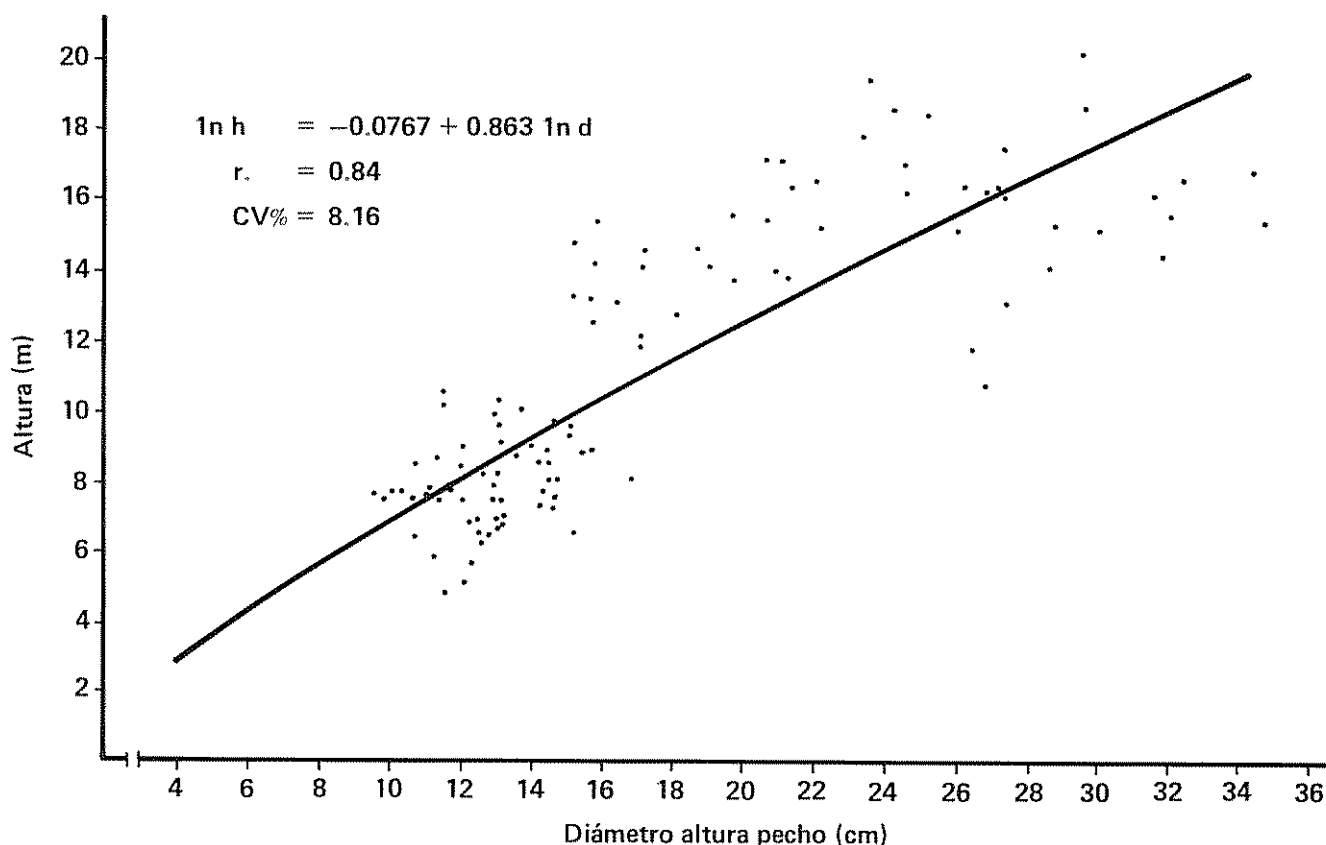


Fig 1 Curva de regresión de la altura en función del diámetro para 105 árboles de *Pinus caribaea* var *hondurensis* en La Yeguada, Panamá

Cuadro 3. Ecuaciones estimadas con el modelo $\ln v = \ln d + \ln h$, para árboles con y sin corteza.

Variable	Ecuaciones estimadas con el modelo 8
Volumen total	
con corteza	$\ln v = 1.826 \ln d + 1.019 \ln h - 9.914$
sin corteza	$\ln v = 1.933 \ln d + 1.301 \ln h - 11.366$
Para diámetro mínimo de 5 cm:	
con corteza	$\ln v = 1.859 \ln d + 1.030 \ln h - 10.063$
sin corteza	$\ln v = 2.052 \ln d + 1.314 \ln h - 11.796$
Para diámetro mínimo de 10 cm:	
con corteza	$\ln v = 2.397 \ln d + 0.977 \ln h - 11.696$
sin corteza	$\ln v = 2.613 \ln d + 1.482 \ln h - 14.184$

Los árboles seleccionados se cortaron dejando un tocón de aproximadamente 20-25 cm; seguidamente se les determinó la altura total y la medición de los diámetros para la cubicación se hizo en dos formas. A 81 árboles se les midió en 1978 el diámetro con y sin corteza a cada metro de largo; los restantes 24 árboles se midieron en 1979/80 a cada 2

metros y a la última troza se le midió el diámetro en la sección media. La Figura 1 muestra la relación diámetro-altura para la muestra de árboles utilizada.

Los datos de campo se analizaron utilizando 4 programas en lenguaje IBM 5110 BASIC. Para la obtención de volúmenes de árboles individuales se

Cuadro 4. Valores de doble entrada para volumen* total con corteza para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en La Yeguada, Panamá. (Modelo 8: $\ln v = 1.826 \ln d + 1.019 \ln h - 9.914$).

Diam. (cm)**	Altura (m)**																
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	
9.0	0.0141	0.0170	0.0198	0.0227	0.0256	0.0285	0.0315	0.0344	0.0373	0.0402	0.0431	0.0461	0.0490	0.0519	0.0549	0.0578	
10.0	0.0171	0.0206	0.0241	0.0276	0.0311	0.0346	0.0381	0.0417	0.0452	0.0487	0.0523	0.0558	0.0594	0.0630	0.0665	0.0701	
11.0	0.0203	0.0245	0.0286	0.0328	0.0370	0.0412	0.0454	0.0496	0.0538	0.0580	0.0622	0.0665	0.0707	0.0749	0.0792	0.0834	
12.0	0.0238	0.0287	0.0336	0.0384	0.0433	0.0483	0.0532	0.0581	0.0630	0.0680	0.0729	0.0779	0.0829	0.0878	0.0928	0.0978	
13.0	0.0276	0.0332	0.0388	0.0445	0.0502	0.0553	0.0615	0.0672	0.0730	0.0787	0.0844	0.0902	0.0959	0.1016	0.1074	0.1132	
14.0	0.0316	0.0380	0.0445	0.0509	0.0574	0.0639	0.0705	0.0770	0.0835	0.0901	0.0966	0.1032	0.1098	0.1164	0.1230	0.1296	
15.0	0.0358	0.0431	0.0504	0.0578	0.0651	0.0725	0.0799	0.0873	0.0947	0.1022	0.1096	0.1171	0.1245	0.1320	0.1395	0.1470	
16.0	0.0403	0.0485	0.0567	0.0650	0.0733	0.0816	0.0899	0.0982	0.1066	0.1150	0.1233	0.1317	0.1401	0.1485	0.1569	0.1653	
17.0	0.0450	0.0542	0.0634	0.0726	0.0819	0.0911	0.1004	0.1097	0.1191	0.1284	0.1378	0.1471	0.1565	0.1659	0.1753	0.1847	
18.0	0.0499	0.0601	0.0703	0.0806	0.0909	0.1012	0.1115	0.1218	0.1322	0.1425	0.1529	0.1633	0.1737	0.1841	0.1946	0.2050	
19.0	0.0551	0.0664	0.0776	0.0890	0.1003	0.1117	0.1231	0.1345	0.1459	0.1573	0.1688	0.1802	0.1917	0.2032	0.2147	0.2263	
20.0	0.0605	0.0729	0.0853	0.0977	0.1101	0.1226	0.1351	0.1477	0.1602	0.1728	0.1853	0.1979	0.2106	0.2232	0.2358	0.2485	
21.0	0.0662	0.0797	0.0932	0.1068	0.1204	0.1341	0.1477	0.1614	0.1751	0.1889	0.2026	0.2164	0.2302	0.2440	0.2578	0.2716	
22.0	0.0720	0.0867	0.1015	0.1163	0.1311	0.1459	0.1608	0.1757	0.1907	0.2056	0.2206	0.2356	0.2506	0.2656	0.2806	0.2957	
23.0	0.0781	0.0941	0.1100	0.1261	0.1422	0.1583	0.1744	0.1906	0.2068	0.2230	0.2392	0.2555	0.2718	0.2881	0.3044	0.3207	
24.0	0.0844	0.1017	0.1189	0.1363	0.1536	0.1711	0.1885	0.2060	0.2335	0.2410	0.2586	0.2761	0.2937	0.3113	0.3290	0.3466	
25.0	0.0910	0.1095	0.1281	0.1468	0.1655	0.1843	0.2031	0.2219	0.2408	0.2596	0.2786	0.2975	0.3164	0.3354	0.3544	0.3734	
26.0	0.0977	0.1177	0.1377	0.1577	0.1778	0.1980	0.2182	0.2384	0.2586	0.2789	0.2992	0.3196	0.3399	0.3603	0.3807	0.4011	
27.0	0.1047	0.1260	0.1475	0.1690	0.1905	0.2121	0.2337	0.2554	0.2771	0.2988	0.3206	0.3424	0.3642	0.3860	0.4079	0.4298	
28.0	0.1119	0.1347	0.1576	0.1806	0.2036	0.2267	0.2498	0.2729	0.2961	0.3193	0.3426	0.3659	0.3892	0.4125	0.4359	0.4593	
29.0	0.1193	0.1436	0.1680	0.1925	0.2171	0.2417	0.2663	0.2910	0.3157	0.3405	0.3653	0.3901	0.4149	0.4398	0.4647	0.4896	
30.0	0.1269	0.1528	0.1788	0.2048	0.2309	0.2571	0.2833	0.3096	0.3359	0.3622	0.3886	0.4150	0.4414	0.4679	0.4944	0.5209	
31.0	0.1347	0.1622	0.1898	0.2174	0.2452	0.2729	0.3008	0.3287	0.3566	0.3845	0.4125	0.4406	0.4687	0.4968	0.5249	0.5530	
32.0	0.1427	0.1719	0.2011	0.2304	0.2598	0.2892	0.3187	0.3483	0.3779	0.4075	0.4372	0.4669	0.4966	0.5264	0.5562	0.5861	
33.0	0.1510	0.1818	0.2127	0.2437	0.2748	0.3059	0.3371	0.3684	0.3997	0.4310	0.4624	0.4939	0.5253	0.5568	0.5884	0.6199	
34.0	0.1595	0.1920	0.2246	0.2574	0.2902	0.3231	0.3560	0.3890	0.4221	0.4552	0.4883	0.5215	0.5547	0.5880	0.6213	0.6546	
35.0	0.1681	0.2024	0.2369	0.2714	0.3060	0.3406	0.3754	0.4102	0.4450	0.4799	0.5149	0.5499	0.5849	0.6200	0.6551	0.6902	

* Volumen en m³

** 5 = 4.5 - < 5.5

*** 9 = 8.5 - < 9.5

Cuadro 5. Valores de doble entrada para volumen* total sin corteza para *Pinus caribaea* var. *trinitensis* en La Yeguada, Panamá. (Modelo 8: $\ln v = 1.933 \ln d + 1.301 \ln h - 11.366$).

Diam. (cm)**	Altura (m)**															
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
9.0	0.0066	0.0083	0.0192	0.0121	0.0141	0.0162	0.0183	0.0205	0.0228	0.0251	0.0274	0.0298	0.0323	0.0348	0.0373	0.0399
10.0	0.0081	0.0102	0.0125	0.0148	0.0173	0.0198	0.0225	0.0252	0.0279	0.0307	0.0336	0.0366	0.0396	0.0426	0.0458	0.0489
11.0	0.0097	0.0123	0.0150	0.0178	0.0208	0.0239	0.0270	0.0302	0.0336	0.0370	0.0404	0.0440	0.0476	0.0513	0.0550	0.0588
12.0	0.0115	0.0145	0.0177	0.0211	0.0246	0.0282	0.0320	0.0358	0.0397	0.0437	0.0478	0.0520	0.0563	0.0607	0.0651	0.0696
13.0	0.0134	0.0170	0.0207	0.0246	0.0287	0.0330	0.0373	0.0418	0.0464	0.0511	0.0559	0.0607	0.0657	0.0708	0.0760	0.0812
14.0	0.0154	0.0196	0.0239	0.0284	0.0332	0.0380	0.0430	0.0482	0.0535	0.0589	0.0645	0.0701	0.0759	0.0817	0.0877	0.0937
15.0	0.0176	0.0224	0.0273	0.0325	0.0379	0.0435	0.0492	0.0551	0.0611	0.0673	0.0736	0.0801	0.0867	0.0934	0.1002	0.1071
16.0	0.0200	0.0253	0.0309	0.0368	0.0429	0.0492	0.0557	0.0624	0.0693	0.0763	0.0834	0.0907	0.0982	0.1058	0.1135	0.1213
17.0	0.0225	0.0285	0.0348	0.0414	0.0483	0.0556	0.0627	0.0702	0.0779	0.0857	0.0938	0.1020	0.1104	0.1189	0.1276	0.1364
18.0	0.0251	0.0318	0.0389	0.0462	0.0539	0.0618	0.0700	0.0784	0.0870	0.0958	0.1048	0.1139	0.1233	0.1328	0.1425	0.1523
19.0	0.0278	0.0353	0.0431	0.0513	0.0598	0.0686	0.0777	0.0870	0.0965	0.1063	0.1163	0.1265	0.1369	0.1474	0.1582	0.1691
20.0	0.0307	0.0390	0.0476	0.0567	0.0661	0.0758	0.0858	0.0961	0.1066	0.1174	0.1284	0.1397	0.1511	0.1628	0.1747	0.1867
21.0	0.0338	0.0428	0.0523	0.0623	0.0726	0.0833	0.0943	0.1055	0.1171	0.1290	0.1411	0.1535	0.1661	0.1789	0.1919	0.2052
22.0	0.0370	0.0469	0.0573	0.0681	0.0794	0.0911	0.1031	0.1155	0.1282	0.1411	0.1544	0.1679	0.1817	0.1957	0.2100	0.2245
23.0	0.0403	0.0511	0.0624	0.0742	0.0865	0.0993	0.1124	0.1258	0.1397	0.1538	0.1682	0.1830	0.1980	0.2133	0.2288	0.2446
24.0	0.0437	0.0554	0.0678	0.0806	0.0940	0.1078	0.1220	0.1366	0.1516	0.1670	0.1827	0.1987	0.2150	0.2316	0.2484	0.2656
25.0	0.0473	0.0600	0.0733	0.0872	0.1017	0.1166	0.1320	0.1478	0.1641	0.1807	0.1977	0.2150	0.2326	0.2506	0.2688	0.2874
26.0	0.0510	0.0647	0.0791	0.0941	0.1097	0.1258	0.1424	0.1595	0.1770	0.1949	0.2132	0.2319	0.2509	0.2703	0.2900	0.3100
27.0	0.0549	0.0696	0.0851	0.1012	0.1180	0.1353	0.1532	0.1716	0.1904	0.2097	0.2293	0.2494	0.2699	0.2908	0.3119	0.3335
28.0	0.0589	0.0747	0.0913	0.1086	0.1266	0.1452	0.1643	0.1840	0.2042	0.2249	0.2460	0.2676	0.2896	0.3119	0.3347	0.3578
29.0	0.0630	0.0799	0.0977	0.1162	0.1355	0.1554	0.1759	0.1970	0.2186	0.2407	0.2633	0.2864	0.3099	0.3338	0.3581	0.3829
30.0	0.0673	0.0853	0.1043	0.1241	0.1446	0.1659	0.1878	0.2103	0.2334	0.2570	0.2811	0.3058	0.3309	0.3564	0.3824	0.4088
31.0	0.0717	0.0909	0.1111	0.1322	0.1541	0.1767	0.2001	0.2241	0.2486	0.2738	0.2995	0.3258	0.3525	0.3797	0.4074	0.4355
32.0	0.0763	0.0967	0.1181	0.1406	0.1638	0.1879	0.2127	0.2382	0.2644	0.2911	0.3185	0.3464	0.3748	0.4038	0.4332	0.4631
33.0	0.0809	0.1026	0.1254	0.1492	0.1739	0.1994	0.2258	0.2528	0.2806	0.3090	0.3380	0.3676	0.3978	0.4285	0.4597	0.4915
34.0	0.0857	0.1087	0.1328	0.1580	0.1842	0.2113	0.2392	0.2678	0.2972	0.3273	0.3581	0.3895	0.4214	0.4540	0.4870	0.5207
35.0	0.0907	0.1149	0.1405	0.1671	0.1948	0.2235	0.2530	0.2833	0.3144	0.3462	0.3707	0.4119	0.4457	0.4801	0.5151	0.5507

* Volumen en m³

** 5 = 4.5 - < 5.5

*** 9 = 8.5 - < 9.5

Cuadro 6. Tabla de doble entrada para volumen* con corteza hasta un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en La Yeguada, Panamá. (Modelo 8: $1n v = 1.859 1n d + 1.030 1n h - 10.063$).

Diam. (cm)**	Altura (m)**															
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
9.0	0.0133	0.0160	0.0188	0.0216	0.0244	0.0272	0.0300	0.0328	0.0356	0.0384	0.0412	0.0441	0.0469	0.0497	0.0526	0.0555
10.0	0.0162	0.0195	0.0229	0.0262	0.0296	0.0330	0.0364	0.0398	0.0433	0.0467	0.0501	0.0536	0.0571	0.0605	0.0640	0.0675
11.0	0.0193	0.0233	0.0273	0.0313	0.0354	0.0394	0.0435	0.0476	0.0517	0.0558	0.0599	0.0640	0.0681	0.0722	0.0764	0.0805
12.0	0.0227	0.0274	0.0321	0.0368	0.0416	0.0463	0.0511	0.0559	0.0607	0.0656	0.0704	0.0752	0.0801	0.0849	0.0898	0.0947
13.0	0.0263	0.0318	0.0372	0.0427	0.0483	0.0538	0.0593	0.0649	0.0705	0.0761	0.0817	0.0873	0.0929	0.0985	0.1042	0.1098
14.0	0.0302	0.0365	0.0427	0.0490	0.0554	0.0617	0.0681	0.0745	0.0809	0.0873	0.0937	0.1002	0.1066	0.1131	0.1196	0.1261
15.0	0.0344	0.0415	0.0486	0.0558	0.0630	0.0702	0.0774	0.0847	0.0920	0.0992	0.1066	0.1139	0.1212	0.1286	0.1359	0.1433
16.0	0.0387	0.0467	0.0548	0.0629	0.0710	0.0791	0.0873	0.0955	0.1037	0.1119	0.1201	0.1284	0.1367	0.1450	0.1533	0.1616
17.0	0.0434	0.0523	0.0613	0.0704	0.0794	0.0886	0.0977	0.1069	0.1160	0.1252	0.1345	0.1437	0.1530	0.1623	0.1716	0.1809
18.0	0.0482	0.0582	0.0682	0.0783	0.0884	0.0985	0.1086	0.1188	0.1290	0.1393	0.1495	0.1598	0.1701	0.1805	0.1908	0.2011
19.0	0.0533	0.0643	0.0754	0.0865	0.0977	0.1089	0.1201	0.1314	0.1427	0.1540	0.1654	0.1767	0.1881	0.1995	0.2110	0.2224
20.0	0.0586	0.0708	0.0830	0.0952	0.1075	0.1198	0.1321	0.1445	0.1570	0.1694	0.1819	0.1944	0.2069	0.2195	0.2321	0.2447
21.0	0.0642	0.0775	0.0908	0.1042	0.1177	0.1312	0.1447	0.1583	0.1719	0.1855	0.1992	0.2129	0.2266	0.2403	0.2541	0.2679
22.0	0.0700	0.0845	0.0990	0.1136	0.1283	0.1430	0.1578	0.1726	0.1874	0.2023	0.2172	0.2321	0.2470	0.2620	0.2770	0.2921
23.0	0.0760	0.0918	0.1076	0.1234	0.1393	0.1553	0.1714	0.1874	0.2035	0.2197	0.2359	0.2521	0.2683	0.2846	0.3009	0.3172
24.0	0.0823	0.0993	0.1164	0.1336	0.1508	0.1681	0.1855	0.2029	0.2203	0.2378	0.2553	0.2728	0.2904	0.3080	0.3257	0.3434
25.0	0.0888	0.1071	0.1256	0.1441	0.1627	0.1814	0.2001	0.2188	0.2377	0.2565	0.2754	0.2943	0.3133	0.3323	0.3514	0.3704
26.0	0.0955	0.1153	0.1351	0.1550	0.1750	0.1951	0.2152	0.2354	0.2556	0.2759	0.2962	0.3166	0.3370	0.3575	0.3779	0.3984
27.0	0.1025	0.1236	0.1449	0.1663	0.1877	0.2093	0.2309	0.2525	0.2742	0.2960	0.3178	0.3396	0.3615	0.3834	0.4054	0.4274
28.0	0.1096	0.1323	0.1550	0.1779	0.2009	0.2239	0.2470	0.2702	0.2934	0.3167	0.3400	0.3634	0.3868	0.4102	0.4337	0.4573
29.0	0.1170	0.1412	0.1655	0.1899	0.2144	0.2390	0.2636	0.2884	0.3132	0.3380	0.3629	0.3869	0.4129	0.4379	0.4630	0.4881
30.0	0.1246	0.1504	0.1763	0.2023	0.2283	0.2545	0.2808	0.3071	0.3335	0.3600	0.3865	0.4131	0.4397	0.4664	0.4931	0.5199
31.0	0.1325	0.1598	0.1873	0.2150	0.2427	0.2705	0.2984	0.3264	0.3545	0.3826	0.4108	0.4390	0.4673	0.4957	0.5241	0.5525
32.0	0.1405	0.1695	0.1987	0.2280	0.2575	0.2870	0.3166	0.3463	0.3760	0.4059	0.4358	0.4657	0.4958	0.5258	0.5560	0.5861
33.0	0.1488	0.1795	0.2104	0.2415	0.2726	0.3039	0.3352	0.3667	0.3982	0.4298	0.4614	0.4932	0.5249	0.5568	0.5887	0.6206
34.0	0.1573	0.1898	0.2224	0.2552	0.2882	0.3212	0.3543	0.3876	0.4209	0.4543	0.4878	0.5213	0.5549	0.5886	0.6223	0.6560
35.0	0.1660	0.2003	0.2347	0.2694	0.3041	0.3390	0.3740	0.4090	0.4442	0.4794	0.5148	0.5502	0.5856	0.6211	0.6567	0.6924

* Volumen en m³

** 5 = 4.5 - < 5.5

*** 9 = 8.5 - < 9.5

Cuadro 7. Valores de doble entrada para volumen* sin corteza hasta un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en La Yeguada, Panamá. (Modelo 8: $\ln v = 2.052 \ln d + 1.314 \ln h - 11.796$).

Diam. (cm)***	Altura (m)**																
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	
9.0	0.0057	0.0072	0.0089	0.0105	0.0123	0.0141	0.0160	0.0179	0.0199	0.0219	0.0240	0.0261	0.0283	0.0305	0.0328	0.0350	
10.0	0.0070	0.0089	0.0110	0.0130	0.0152	0.0175	0.0198	0.0222	0.0247	0.0272	0.0298	0.0324	0.0351	0.0379	0.0407	0.0435	
11.0	0.0086	0.0109	0.0133	0.0159	0.0185	0.0213	0.0241	0.0270	0.0300	0.0331	0.0362	0.0394	0.0427	0.0461	0.0494	0.0529	
12.0	0.0102	0.0130	0.0159	0.0190	0.0221	0.0254	0.0288	0.0323	0.0359	0.0396	0.0433	0.0472	0.0511	0.0551	0.0591	0.0632	
13.0	0.0121	0.0153	0.0188	0.0224	0.0261	0.0300	0.0340	0.0381	0.0423	0.0466	0.0511	0.0556	0.0602	0.0649	0.0697	0.0745	
14.0	0.0140	0.0178	0.0218	0.0260	0.0304	0.0349	0.0395	0.0443	0.0493	0.0543	0.0594	0.0647	0.0701	0.0755	0.0811	0.0867	
15.0	0.0162	0.0205	0.0252	0.0300	0.0350	0.0402	0.0456	0.0511	0.0567	0.0625	0.0685	0.0745	0.0807	0.0870	0.0934	0.0999	
16.0	0.0185	0.0235	0.0287	0.0342	0.0400	0.0459	0.0520	0.0583	0.0648	0.0714	0.0782	0.0851	0.0922	0.0993	0.1067	0.1141	
17.0	0.0209	0.0266	0.0325	0.0388	0.0453	0.0520	0.0589	0.0660	0.0734	0.0809	0.0885	0.0964	0.1044	0.1125	0.1208	0.1292	
18.0	0.0235	0.0299	0.0366	0.0436	0.0509	0.0584	0.0662	0.0743	0.0825	0.0909	0.0996	0.1084	0.1173	0.1265	0.1358	0.1453	
19.0	0.0263	0.0334	0.0409	0.0487	0.0569	0.0653	0.0740	0.0830	0.0922	0.1016	0.1112	0.1211	0.1311	0.1413	0.1517	0.1623	
20.0	0.0292	0.0371	0.0454	0.0541	0.0632	0.0725	0.0822	0.0922	0.1024	0.1129	0.1236	0.1345	0.1457	0.1570	0.1686	0.1803	
21.0	0.0323	0.0410	0.0502	0.0598	0.0698	0.0802	0.0909	0.1019	0.1132	0.1248	0.1366	0.1487	0.1610	0.1736	0.1863	0.1993	
22.0	0.0355	0.0451	0.0552	0.0658	0.0768	0.0882	0.1000	0.1121	0.1245	0.1373	0.1503	0.1636	0.1771	0.1909	0.2050	0.2193	
23.0	0.0389	0.0494	0.0605	0.0721	0.0841	0.0966	0.1095	0.1228	0.1354	0.1504	0.1646	0.1792	0.1940	0.2092	0.2246	0.2402	
24.0	0.0424	0.0539	0.0660	0.0787	0.0918	0.1055	0.1195	0.1340	0.1489	0.1641	0.1796	0.1955	0.2118	0.2283	0.2451	0.2622	
25.0	0.0461	0.0586	0.0718	0.0855	0.0998	0.1147	0.1300	0.1457	0.1619	0.1784	0.1953	0.2126	0.2303	0.2482	0.2665	0.2851	
26.0	0.0500	0.0635	0.0778	0.927	0.1082	0.1243	0.1409	0.1579	0.1754	0.1934	0.2117	0.2304	0.2496	0.2690	0.2888	0.3090	
27.0	0.0540	0.0686	0.0840	0.1002	0.1169	0.1343	0.1522	0.1706	0.1896	0.2089	0.2288	0.2490	0.2696	0.2907	0.3121	0.3338	
28.0	0.0582	0.0740	0.0906	0.1079	0.1260	0.1447	0.1640	0.1839	0.2042	0.2251	0.2465	0.2683	0.2905	0.3132	0.3363	0.3597	
29.0	0.0625	0.0795	0.0973	0.1160	0.1354	0.1555	0.1762	0.1976	0.2195	0.2419	0.2649	0.2883	0.3122	0.3366	0.3614	0.3865	
30.0	0.0671	0.0852	0.1043	0.1243	0.1451	0.1667	0.1889	0.2118	0.2353	0.2594	0.2840	0.3091	0.3347	0.3608	0.3874	0.4144	
31.0	0.0717	0.0911	0.1116	0.1330	0.1552	0.1783	0.2021	0.2266	0.2517	0.2774	0.3037	0.3306	0.3580	0.3859	0.4143	0.4432	
32.0	0.0765	0.0973	0.1191	0.1419	0.1657	0.1903	0.2157	0.2418	0.2686	0.2961	0.3242	0.3529	0.3821	0.4119	0.4422	0.4731	
33.0	0.0815	0.1036	0.1269	0.1512	0.1765	0.2027	0.2297	0.2576	0.2861	0.3154	0.3453	0.3759	0.4070	0.4388	0.4711	0.5039	
34.0	0.0867	0.1102	0.1349	0.1607	0.1876	0.2155	0.2443	0.2738	0.3042	0.3353	0.3671	0.3996	0.4327	0.4665	0.5008	0.5357	
35.0	0.0920	0.1169	0.1431	0.1706	0.1991	0.2287	0.2592	0.2906	0.3228	0.3559	0.3896	0.4241	0.4593	0.4951	0.5315	0.5686	

* Volumen en m³

** 5 = 4.5 - < 5.5

*** 9 = 8.5 - < 9.5

Modelo 8. $\ln v = 2.052 (\ln d) + 1.314 (\ln h) - 11.796$

Cuadro 8. Valores de doble entrada para volumen* con corteza hasta un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 10 cm para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en La Yeguada, Panamá. (Modelo 8: $\ln v = 2.397 \ln d + 0.977 \ln h - 11.696$).

Diam. (cm)***	Altura (m)**																		
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0			
9.0	0.0078	0.0093	0.0108	0.0123	0.0138	0.0153	0.0168	0.0183	0.0198	0.0212	0.0227	0.0242	0.0257	0.0272	0.0286	0.0301			
10.0	0.0100	0.0120	0.0139	0.0158	0.0178	0.0197	0.0216	0.0235	0.0254	0.0273	0.0293	0.0312	0.0331	0.0350	0.0369	0.0387			
11.0	0.0126	0.0150	0.0175	0.0199	0.0223	0.0247	0.0272	0.0296	0.0320	0.0344	0.0368	0.0392	0.0415	0.0439	0.0463	0.0487			
12.0	0.0155	0.0185	0.0215	0.0245	0.0275	0.0305	0.0334	0.0364	0.0394	0.0423	0.0453	0.0482	0.0512	0.0541	0.0570	0.0600			
13.0	0.0188	0.0224	0.0261	0.0297	0.0333	0.0369	0.0405	0.0441	0.0477	0.0513	0.0549	0.0584	0.0620	0.0656	0.0691	0.0727			
14.0	0.0224	0.0268	0.0311	0.0355	0.0398	0.0441	0.0484	0.0527	0.0570	0.0613	0.0655	0.0698	0.0740	0.0783	0.0825	0.0868			
15.0	0.0264	0.0316	0.0367	0.0418	0.0469	0.0520	0.0571	0.0622	0.0672	0.0723	0.0773	0.0823	0.0874	0.0924	0.0974	0.1024			
16.0	0.0309	0.0369	0.0429	0.0488	0.0548	0.0607	0.0667	0.0726	0.0785	0.0844	0.0902	0.0961	0.1020	0.1078	0.1137	0.1195			
17.0	0.0357	0.0426	0.0496	0.0565	0.0634	0.0702	0.0771	0.0839	0.0907	0.0976	0.1044	0.1111	0.1179	0.1247	0.1315	0.1382			
18.0	0.0409	0.0489	0.0568	0.0648	0.0727	0.0805	0.0884	0.0962	0.1041	0.1119	0.1197	0.1275	0.1352	0.1430	0.1508	0.1585			
19.0	0.0466	0.0557	0.0647	0.0737	0.0827	0.0917	0.1006	0.1096	0.1185	0.1274	0.1362	0.1451	0.1539	0.1628	0.1716	0.1804			
20.0	0.0527	0.0629	0.0732	0.0834	0.0935	0.1037	0.1138	0.1239	0.1340	0.1440	0.1541	0.1641	0.1741	0.1841	0.1941	0.2040			
21.0	0.0592	0.0708	0.0822	0.0937	0.1051	0.1165	0.1279	0.1392	0.1506	0.1619	0.1732	0.1844	0.1957	0.2069	0.2181	0.2293			
22.0	0.0662	0.0791	0.0920	0.1048	0.1175	0.1303	0.1430	0.1557	0.1683	0.1810	0.1936	0.2062	0.2188	0.2313	0.2439	0.2564			
23.0	0.0736	0.0880	0.1023	0.1165	0.1307	0.1449	0.1591	0.1732	0.1873	0.2013	0.2153	0.2294	0.2434	0.2573	0.2713	0.2852			
24.0	0.0815	0.0974	0.1133	0.1291	0.1448	0.1605	0.1761	0.1918	0.2074	0.2229	0.2385	0.2540	0.2695	0.2850	0.3004	0.3159			
25.0	0.0899	0.1075	0.1249	0.1423	0.1597	0.1770	0.1942	0.2115	0.2287	0.2458	0.2630	0.2801	0.2972	0.3143	0.3313	0.3483			
26.0	0.0988	0.1180	0.1372	0.1563	0.1754	0.1944	0.2134	0.2323	0.2512	0.2701	0.2889	0.3077	0.3265	0.3452	0.3639	0.3826			
27.0	0.1081	0.1292	0.1502	0.1711	0.1920	0.2128	0.2336	0.2543	0.2750	0.2956	0.3163	0.3368	0.3574	0.3779	0.3984	0.4189			
28.0	0.1180	0.1410	0.1639	0.1867	0.2095	0.2322	0.2549	0.2775	0.3000	0.3226	0.3451	0.3675	0.3899	0.4123	0.4347	0.4570			
29.0	0.1283	0.1534	0.1783	0.2031	0.2279	0.2526	0.2772	0.3018	0.3264	0.3509	0.3753	0.3998	0.4241	0.4485	0.4728	0.4971			
30.0	0.1392	0.1663	0.1934	0.2203	0.2472	0.2740	0.3007	0.3274	0.3540	0.3806	0.4071	0.4336	0.4600	0.4865	0.5128	0.5392			
31.0	0.1506	0.1799	0.2092	0.2383	0.2674	0.2964	0.3253	0.3541	0.3829	0.4117	0.4404	0.4690	0.4977	0.5262	0.5548	0.5833			
32.0	0.1625	0.1942	0.2257	0.2572	0.2885	0.3198	0.3510	0.3821	0.4132	0.4442	0.4752	0.5061	0.5370	0.5678	0.5986	0.6294			
33.0	0.1749	0.2090	0.2430	0.2768	0.3106	0.3443	0.3779	0.4114	0.4448	0.4782	0.5116	0.5449	0.5781	0.6113	0.6445	0.6776			
34.0	0.1879	0.2245	0.2610	0.2974	0.3336	0.3698	0.4059	0.4419	0.4778	0.5137	0.5495	0.5853	0.6210	0.6566	0.6923	0.7278			
35.0	0.2014	0.2407	0.2798	0.3188	0.3576	0.3964	0.4351	0.4737	0.5122	0.5507	0.5891	0.6274	0.6657	0.7039	0.7421	0.7802			

* Volumen en m³

** 5 = 4.5 - < 5.5

*** 9 = 8.5 - < 9.5

Cuadro 9. Valores de doble entrada para volumen* sin corteza hasta un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 10 cm para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en La Yeguada, Panamá. (Modelo 8: $\ln v = 2.613 \ln d + 1.482 \ln h - 14.184$).

Diam. (cm)**	Altura (m)**																
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	
9.0	0.0023	0.0031	0.0039	0.0047	0.0056	0.0065	0.0075	0.0086	0.0097	0.0108	0.0119	0.0131	0.0144	0.0156	0.0169	0.0183	
10.0	0.0031	0.0040	0.0051	0.0062	0.0074	0.0085	0.0099	0.0113	0.0127	0.0142	0.0157	0.0173	0.0189	0.0206	0.0223	0.0241	
11.0	0.0040	0.0052	0.0065	0.0079	0.0095	0.0111	0.0127	0.0145	0.0163	0.0182	0.0202	0.0222	0.0243	0.0264	0.0286	0.0309	
12.0	0.0050	0.0065	0.0082	0.0100	0.0119	0.0139	0.0160	0.0182	0.0205	0.0228	0.0253	0.0278	0.0305	0.0332	0.0359	0.0388	
13.0	0.0061	0.0080	0.0101	0.0123	0.0146	0.0171	0.0197	0.0224	0.0252	0.0282	0.0312	0.0343	0.0376	0.0409	0.0443	0.0478	
14.0	0.0074	0.0097	0.0122	0.0149	0.0178	0.0208	0.0239	0.0272	0.0306	0.0342	0.0379	0.0417	0.0456	0.0496	0.0538	0.0580	
15.0	0.0084	0.0117	0.0147	0.0179	0.0213	0.0249	0.0286	0.0326	0.0367	0.0409	0.0453	0.0499	0.0546	0.0594	0.0644	0.0695	
16.0	0.0105	0.0138	0.0173	0.0211	0.0252	0.0294	0.0339	0.0386	0.0434	0.0485	0.0537	0.0591	0.0646	0.0703	0.0762	0.0822	
17.0	0.0123	0.0162	0.0203	0.0248	0.0295	0.0345	0.0397	0.0452	0.0509	0.0568	0.0629	0.0692	0.0757	0.0824	0.0893	0.0963	
18.0	0.0143	0.0188	0.0236	0.0288	0.0342	0.0400	0.0461	0.0525	0.0591	0.0659	0.0730	0.0803	0.0879	0.0957	0.1037	0.1118	
19.0	0.0165	0.0216	0.0272	0.0331	0.0394	0.0461	0.0531	0.0604	0.0680	0.0759	0.0841	0.0925	0.1012	0.1102	0.1194	0.1288	
20.0	0.0109	0.0247	0.0311	0.0379	0.0451	0.0527	0.0607	0.0691	0.0778	0.0868	0.0962	0.1058	0.1158	0.1260	0.1365	0.1473	
21.0	0.0214	0.0201	0.0353	0.0430	0.0512	0.0599	0.0690	0.0785	0.0884	0.0986	0.1092	0.1202	0.1315	0.1431	0.1551	0.1673	
22.0	0.0242	0.0317	0.0399	0.0486	0.0579	0.0676	0.0779	0.0886	0.0998	0.1114	0.1234	0.1357	0.1485	0.1616	0.1751	0.1890	
23.0	0.0272	0.0356	0.0448	0.0546	0.0650	0.0760	0.0875	0.0995	0.1121	0.1251	0.1386	0.1525	0.1668	0.1815	0.1967	0.2122	
24.0	0.0304	0.0398	0.0500	0.0610	0.0726	0.0049	0.0978	0.1112	0.1253	0.1398	0.1549	0.1704	0.1864	0.2029	0.2198	0.2372	
25.0	0.0338	0.0443	0.0557	0.0679	0.0808	0.0945	0.1088	0.1238	0.1394	0.1555	0.1723	0.1896	0.2074	0.2257	0.2446	0.2639	
26.0	0.0375	0.0491	0.0617	0.0752	0.0895	0.1047	0.1205	0.1371	0.1544	0.1723	0.1909	0.2100	0.2298	0.2501	0.2710	0.2924	
27.0	0.0413	0.0542	0.0681	0.0830	0.0988	0.1155	0.1330	0.1513	0.1704	0.1902	0.2107	0.2318	0.2536	0.2760	0.2991	0.3227	
28.0	0.0455	0.0596	0.0749	0.0912	0.1087	0.1270	0.1463	0.1664	0.1874	0.2091	0.2317	0.2549	0.2789	0.3035	0.3289	0.3549	
29.0	0.0498	0.0653	0.0821	0.1000	0.1191	0.1392	0.1603	0.1824	0.2054	0.2292	0.2539	0.2794	0.3057	0.3327	0.3605	0.3889	
30.0	0.0544	0.0713	0.0897	0.1093	0.1301	0.1521	0.1752	0.1993	0.2244	0.2505	0.2774	0.3053	0.3340	0.3635	0.3938	0.4250	
31.0	0.0593	0.0777	0.0977	0.1190	0.1418	0.1657	0.1909	0.2171	0.2445	0.2729	0.3023	0.3326	0.3639	0.3960	0.4291	0.4630	
32.0	0.0644	0.0844	0.1061	0.1293	0.1540	0.1801	0.2074	0.2359	0.2656	0.2965	0.3284	0.3614	0.3953	0.4303	0.4662	0.5030	
33.0	0.0698	0.0915	0.1150	0.1402	0.1669	0.1951	0.2247	0.2557	0.2879	0.3213	0.3559	0.3916	0.4284	0.4663	0.5052	0.5451	
34.0	0.0755	0.0989	0.1243	0.1516	0.1805	0.2110	0.2430	0.2764	0.3112	0.3474	0.3848	0.4234	0.4632	0.5042	0.5462	0.5894	
35.0	0.0815	0.1067	0.1341	0.1635	0.1947	0.2276	0.2621	0.2982	0.3357	0.3747	0.4151	0.4567	0.4997	0.5438	0.5892	0.6358	

* Volumen en m³

** 5 = 4.5 - < 5.5

*** 9 = 8.5 - < 9.5

utilizó el programa denominado VOLPROG, en el que se utilizó la fórmula de Smalian para la cubicación de las trozas y la fórmula del cono para la última troza. Para frecuencias por clase de diámetro y altura se aplicó el programa STANDTAB, mientras que para las regresiones lineales y la elaboración de las tablas de volumen se utilizó el programa VOLREG. El programa SCATPLOT facilitó las comparaciones entre volúmenes observados y estimados con base en varios modelos de regresión y la elección de los modelos probados para la relación altura-diámetro.

Resultados

De los 15 modelos matemáticos comparados se seleccionó el modelo 8 tanto para las tablas de volumen total con y sin corteza como para las de un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm y 10 cm, debido a que resultó consistentemente con coeficientes de correlación altos, valores bajos para el Índice de Furnival (1) y valores de "t" altamente significativos para los coeficientes de las regresiones.

En el Cuadro 2 se presenta un ejemplo de los coeficientes de correlación e Índice de Furnival con y sin corteza para los 15 modelos probados para las tablas de volumen total. Se procedió de igual manera para el desarrollo de las otras tablas de volumen.

Conclusión

El modelo logarítmico seleccionado para la elaboración de las tablas de volumen presentó un coeficiente de correlación alto y un Índice de Furnival bajo dando un buen ajuste y una mejor predicción del volumen en comparación con los restantes modelos probados.

Como los cuadros elaborados en el presente estudio se basan en una muestra de árboles de una plantación, pueden ser aplicados a otras plantaciones en las que la relación diámetro-altura de los árboles sea parecido al de la plantación estudiada. El uso de estos cuadros en otras plantaciones con desarrollo diferente puede resultar arriesgado.

Las ecuaciones correspondientes al modelo 8 se presentan en el Cuadro 3.

Se incluyen los datos de volumen total (Cuadros 4 a 9) para un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm y 10 cm con y sin corteza respectivamente.

Resumen

En este trabajo se elaboraron tablas de volumen total con y sin corteza, así como para un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm y 10 cm para árboles de *Pinus caribaea* var *hondurensis* en la Reserva Forestal, La Yeguada, Panamá.

Se seleccionó una muestra de 105 árboles con edades entre 7 y 13 años, en 14 sitios diferentes de la Reserva, correspondientes a clases diamétricas desde 9 cm hasta 35 cm y clases de altura de 5 m hasta 20 m. Se probaron 15 modelos matemáticos seleccionándose el modelo $\ln v = \ln d + \ln h$, que mostró consistentemente para las diferentes tablas de volumen, coeficientes de correlación altos y valores bajos para el Índice Furnival.

Literatura citada

1. FURNIVAL, G. M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *Forest Science* 7(4):337-341. 1961.
2. GEWALD, N. J. Datos de crecimiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la Reserva Forestal La Yeguada, Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980.
3. HOLDRIGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. Trad. H. Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 216 p. (IICA, Libros y Materiales Educativos No. 34).
4. HOWELL, J. H. Reforestación. Proyecto FAO/RENARE FO:SF/PAN 6 Inventariación y demostraciones forestales, Panamá. Informe Técnico No. 11. Roma, FAO, 1972. 132 p.
5. PANAMA. DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Plan de manejo Reserva Forestal La Yeguada. Panamá, 1975. 21 p.