

L. A. UGALDE\*  
A. OTAROLA\*\*

### Summary

Overbark and underbark double-entry tables for total volume are presented for trees of *Eucalyptus camaldulensis* in Nicaragua as well as tables to a minimum top diameter of 5 cm. Data were collected from a total of 61 trees in four sites in different parts of Nicaragua, with ages between 2.8 and 5.0 years. Diameters at 1.3 m ranged from 5 to 20 cm, total heights from 6-18 m. The model  $\ln v = f(\ln \text{diameter}, \ln \text{height})$  was selected for the four tables from the 15 linear regression models tested for estimation of volume. The model  $\ln \text{height} = f(\ln \text{diameter}, \text{diameter})$  was selected from 12 linear regression models for estimating total height from diameter. The logarithmic models had consistently high correlation coefficients and the lowest values of the Furnival Index.

### Introducción

**E***ucalyptus camaldulensis* "Red river gum" es una especie ampliamente distribuidas en forma natural en Australia, principalmente a lo largo de los ríos, formando masas puras con un rango latitudinal de 15° 5' - 38°S, un rango altitudinal de 30-600 m y con precipitaciones entre 250-625 mm (1, 4)

Esta especie se ha introducido en muchos países tropicales y subtropicales como Italia, España, Pakistán, Uruguay, Argentina, Turkia, Israel, Kenya, Nigeria, Tanzania y Rhodesia (4, 7)

La madera de esta especie ha sido muy utilizada para leña, durmientes de ferrocarril, madera de construcción, y cortinas rompevientos. La madera posee una densidad de 0.6-0.8 y un valor calórico de 4.800 kcal/kg con buenos rendimientos en la producción de carbón (1, 4)

*E. camaldulensis* es considerado un árbol promotor para la producción de leña, debido a su gran rusticidad, crecimiento rápido y plasticidad demos-

trada en una gran variedad de sitios donde se ha plantado. Es una de las mejores especies para zonas pantanosas y muy utilizada para mejorar el drenaje. Esta especie está siendo plantada en proyectos para producción de leña en el oeste de África, como Upper Volta y Senegal (7). En Misiones, Argentina se ha utilizado en la producción de leña para combustible, y debido a la creación de bosques cercanos a poblaciones ha contribuido su abastecimiento a la provisión de un combustible con un poder calórico similar al de las mejores maderas (6)

En Nicaragua esta especie fue introducida hace aproximadamente ocho años a través de ensayos de introducción de especies y procedencias por la Misión Británica en este país (2). Con base en los buenos resultados obtenidos con esta especie, otros sectores productivos como las compañías bananeras, han establecido y aprovechado plantaciones de esta especie con el fin de utilizarlos como soportes aéreos en el banano. El proyecto de reforestación de la Cordillera de los Marabios en el occidente del país ha impulsado la plantación de cortinas rompevientos con esta especie. Instituciones privadas han establecido plantaciones para fines industriales (5)

Prevost (8) elaboró tablas de volumen para *E. camaldulensis* en Rhodesia, sin embargo en América Latina son escasos estos trabajos para esta especie. Con base en estas consideraciones se ha considerado importante la elaboración de tablas de volumen con

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 2 de noviembre de 1983.

\* Silvicultor, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\*\* Silvicultor, Managua, Nicaragua.

base en árboles jóvenes que faciliten la cubicación de rodales que pueden ser aprovechados en turnos cortos de rotación

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de tablas de volumen de doble entrada para *Eucalyptus camaldulensis* con y sin corteza para volumen total y para un diámetro mínimo de 5 cm en el extremo del fuste en cuatro sitios de Nicaragua (Cuadro 1).

### Materiales y métodos

Para la elaboración de las tablas de volumen se escogió una muestra de 61 árboles en cuatro sitios diferentes correspondientes a clases diamétricas desde 5 cm hasta 20 cm y clases de altura de 6 m hasta 18 m (Cuadro 2). La muestra se limitó debido a que no se encontraron rodales de árboles con diámetros superiores

Cuadro 1. Localización y promedios de diámetro y altura de parcelas cercanas a donde se obtuvo la muestra de árboles de *Eucalyptus camaldulensis* para la elaboración de las tablas de volumen.

SITIO	Localización		Latitud norte	Longitud oeste	Elevación (msnm)	Tamaño de parcelas (ha)	Edad (años) a 10/81	Altura h (m)	Diámetro d (cm)	Número de árboles seleccionados por sitio
	Municipio	Dept.								
El Naranjo	Sébaco	Matagalpa	12° 24'	86° 08'	420	0.1	4.4	15.0	14.0	6
Manisa (Punta Nãata)	El Viejo	Chinandega	12° 45'	87° 09'	220	0.1	3.3	14.4	6.5-19.5	18
ACOSASCO (vivero de León) Montemar	León	León	12° 26'	86° 53'	110	...	5.0	--	--	9
	San Juan del Sur	Rivas	11° 07'	85° 45'	40	0.1	2.8	9.7	5.5-10.7	28

Cuadro 2. Distribución de clases y de alturas de los 61 árboles de *Eucalyptus camaldulensis* utilizados para la elaboración de las tablas de volumen.

D.A.P. (cm)	Clases de altura (m)														Total
	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	>18.5	
5.0**	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6.0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
7.0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8.0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9.0	0	0	0	0	4	1	8	0	0	0	0	0	0	0	5
10.0	0	0	0	0	1	2	8	1	0	2	0	0	0	0	6
11.0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	4
12.0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	1	0	0	6
13.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	2	1	1	0	8
15.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	4
16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	5
17.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	7
18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
19.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1	1	5	2	7	5	7	2	1	7	9	10	4	0	61

\* 6.0=5.5 - <6.5

\*\* 5.0=4.5 - <5.5

Los árboles seleccionados se cortaron dejando un tocón de aproximadamente 20 cm; seguidamente se les midió la altura total y para la cubicación se midieron los diámetros a cada 2 m con y sin corteza y a la última troza se le midió el diámetro en la sección media.

**Análisis de los datos**

Los datos de campo se analizaron en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, utilizando cuatro programas en lenguaje IBM 5150 BASIC. Para la obtención de volúmenes de árboles individuales se 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 media 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". Los programas "SCATTERPLOT" y "TWOVARS" facilitaron los cálculos y las comparaciones gráficas entre volúmenes observados y estimados con base en 15 modelos de regresión y la elección de los modelos probados para la relación altura-diámetro.

**Resultados**

La muestra de árboles presentó un factor de forma promedio de 0.48 calculado con base en el volumen

total, con corteza. La Figura 1. muestra la relación diámetro-altura para la muestra de árboles utilizada.

De los 12 modelos probados en la regresión lineal para la relación diámetro-altura, el modelo 11 (Cuadro 3) al igual que el modelo 8 de los 15 modelos probados para el cálculo de los volúmenes fueron seleccionados. El Cuadro 4 muestra un ejemplo de los 15 modelos probados y el modelo seleccionado para la

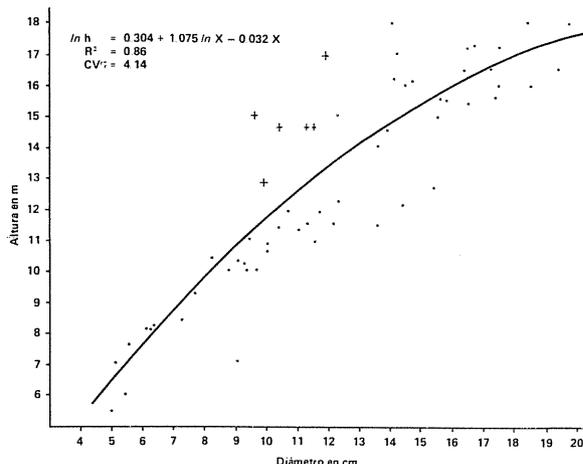


Fig. 1. Curva de regresión de la altura en función del diámetro para 61 árboles de *E. camaldulensis* en Nicaragua.

donde: X = diámetro a la altura del pecho (DAP)  
 h = altura total en m  
 ln = logaritmo natural, con base en e

Cuadro 3. Coeficiente de F, determinación (R<sup>2</sup>), Índice de Furnival (IF), coeficiente de variación en porcentaje (CV), valores de T y grado de significancia, para los diferentes modelos utilizados en la relación diámetro-altura total para *E. camaldulensis* en Nicaragua.

Modelos probados	F	R <sup>2</sup>	IF	CV%	T1	T2	T3
1 h = d	237.7***	0.80	1.50	11.27	15.42***	—	—
2 h = d + d <sup>2</sup>	133.4***	0.82	1.44	10.78	4.98***	2.56*	—
3 h = d + d <sup>2</sup> + d <sup>3</sup>	87.4***	0.82	1.45	10.87	0.97	0.10	0.17
4 h = 1/d	212.1***	0.78	1.57	11.79	14.56***	—	—
5 h = 1/d + d	130.5***	0.82	1.45	10.87	2.34*	3.38**	—
6 d/h = d	59.5***	0.50	1.44	10.23	7.71***	—	—
7 d <sup>2</sup> /h = d + d <sup>2</sup>	478.0***	0.94	1.45	10.23	1.84	2.85**	—
8 1/h = d	187.8***	0.76	2.16	14.80	13.70***	—	—
9 ln h = d	234.5***	0.80	1.60	4.85	15.31***	—	—
10 ln h = ln d	333.2***	0.85	1.38	4.20	18.25***	—	—
11+ ln h = ln d + d	172.6***	0.86	1.36	4.14	4.80***	1.63**	—
12 h = ln d	267.5***	0.82	1.43	10.75	16.35***	—	—

\* significancia al 5%  
 \*\* significancia al 1%  
 \*\*\* significancia al 0.1%  
 + modelo seleccionado

donde: d = diámetro a la altura del pecho  
 h = altura total  
 ln = logaritmo natural con base en e  
 T = valores de "t de student"

tabla de volumen total sin corteza. De la misma forma se hizo para las demás tablas de volumen.

Las ecuaciones estimadas correspondientes al modelo 8, para la elaboración de las tablas de volumen fueron:

Para volumen total:

$$cc: \ln v = 1.965 \ln d + 0.690 \ln h - 9.310$$

$$sc: \ln v = 1.444 \ln d + 1.518 \ln h - 10.369$$

Para un diámetro mínimo de 5 cm:

$$cc: \ln v = 2.196 \ln d + 0.772 \ln h - 10.177$$

$$sc: \ln v = 1.709 \ln d + 1.679 \ln h - 11.559$$

Donde: cc = con corteza y sc = sin corteza

Las tablas de volumen total y para un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm, con y sin corteza se presentan en los Cuadros 5 a 8.

### Uso de las tablas de volumen

Tomando como ejemplo un árbol con un diámetro promedio de 10 cm y una altura de 12 m y se de-

sea saber el volumen total con corteza, se toma la tabla para volumen total con corteza; la columna a la izquierda indica la clase diamétrica y la línea horizontal superior indica la clase de altura. Para el ejemplo propuesto, tomando la clase diamétrica de 10 cm y la clase de altura 12 m se obtiene un volumen de 0.046 m<sup>3</sup>. De igual forma puede obtenerse el volumen para cada uno de los árboles a ser cubicados para un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm, con o sin corteza utilizando la respectiva tabla de volumen.

Para obtener el volumen de un rodal o parcela puede hacerse de diferentes formas, una es buscar los volúmenes individuales de cada árbol y sumarla. Otra forma es calcular el diámetro promedio con base en el área basal (diámetro de Laurie dg) y altura promedio y multiplicarlo por el número de árboles en el rodal. Una tercera forma es hacer una distribución diamétrica con los árboles que se van a cubicar, calcular el diámetro y altura promedio por clase diamétrica, obtener el correspondiente volumen en las tablas, multiplicarlo por el número de árboles en la clase diamétrica y sumar el volumen de las diferentes

Cuadro 4. Coeficiente de F, determinación (R<sup>2</sup>), Índice de Furnival (IF), coeficiente de variación en porcentaje (CV), valores de T y grado de significancia para los diferentes modelos utilizados para la elaboración de las tablas de volumen total sin corteza para *E. camaldulensis* en Nicaragua.

Modelos probados	F	R <sup>2</sup>	IF (x 10 <sup>-3</sup> ) (%)	CV	T1	T2	T3
1 v = d	471***	0.90	17.6	23.3	21.7***	-	-
2 v = d <sub>2</sub> + d <sup>2</sup>	411***	0.94	13.7	18.0	1.7	6.0	-
3 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup>	787***	0.94	13.9	18.4	28.1	-	-
4 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h	1485***	0.96	10.3	13.6	38.5***	-	-
5 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> + h + d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h	524***	0.97	10.0	13.2	1.2	1.8	5.6***
6 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> + dh + d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h	523***	0.97	10.0	13.2	1.6	1.7	4.4***
7 ln v = ln d	1680***	0.97	8.9	5.7	41.0***	-	-
8 <sup>+</sup> ln v = ln d <sub>2</sub> + ln h	1936***	0.99	5.9	3.8	10.3***	8.2***	-
9 v = d + d <sub>2</sub> ponderado para d <sub>2</sub> <sup>2</sup>	39***	0.60	9.0	16.5	3.1***	4.4***	-
10 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> ponderado para d <sub>2</sub> <sup>2</sup>	43***	0.45	10.5	19.2	6.6***	-	-
11 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h ponderado para d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h	26***	0.33	5.7	10.6	5.1***	-	-
12 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> + h + d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h ponderado para d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h	85***	0.83	5.9	10.7	0.6	1.8	10.8***
13 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> + h + d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h ponderado para d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h	10***	0.38	5.6	10.4	0.5	1.9	1.1
14 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> + dh + d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h ponderado para d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h	89***	0.84	5.8	10.5	0.6	2.3*	9.8***
15 v = d <sub>2</sub> <sup>2</sup> + dh + d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h ponderado para d <sub>2</sub> <sup>2</sup> h	11***	0.40	5.5	10.2	1.0	2.5*	1.8

\* significancia al 5%

\*\* significancia al 1%

\*\*\* significancia al 0.1%

+ Modelo seleccionado  
donde: v = volumen total, sin corteza, en m<sup>3</sup>

d = diámetro a la altura del pecho, en cm

h = altura total, en m

ln = logaritmo natural, con base en e

T = valores de "t de student"



Cuadro 7. Cuadro de doble entrada para volumen con corteza hasta un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua.

Diam. (cm)**	Altura (m)**											
	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0
6.0	0.0087	0.0097	0.0106	0.0115	0.0124	0.0133	0.0141	0.0147	0.0157	0.0166	0.0173	0.0181
7.0	0.0123	0.0136	0.0149	0.0162	0.0174	0.0186	0.0198	0.0209	0.0221	0.0232	0.0243	0.0254
8.0	0.0164	0.0182	0.0200	0.0217	0.0233	0.0249	0.0265	0.0281	0.0296	0.0311	0.0326	0.0341
9.0	0.0213	0.0236	0.0259	0.0280	0.0302	0.0323	0.0343	0.0364	0.0384	0.0403	0.0423	0.0442
10.0	0.0268	0.0298	0.0326	0.0353	0.0380	0.0407	0.0433	0.0458	0.0483	0.0508	0.0533	0.0557
11.0	0.0331	0.0367	0.0402	0.0436	0.0467	0.0502	0.0534	0.0565	0.0596	0.0627	0.0657	0.0686
12.0	0.0401	0.0444	0.0486	0.0528	0.0568	0.0607	0.0646	0.0684	0.0722	0.0758	0.0795	0.0831
13.0	0.0477	0.0529	0.0580	0.0629	0.0677	0.0724	0.0770	0.0816	0.0860	0.0904	0.0948	0.0990
14.0	0.0562	0.0623	0.0682	0.0740	0.0797	0.0852	0.0906	0.0960	0.1012	0.1064	0.1115	0.1165
15.0	0.0654	0.0725	0.0794	0.0861	0.0927	0.0991	0.1055	0.1117	0.1178	0.1238	0.1297	0.1356
16.0	0.0753	0.0835	0.0915	0.0992	0.1068	0.1142	0.1215	0.1287	0.1357	0.1426	0.1495	0.1562
17.0	0.0861	0.0954	0.1045	0.1134	0.1220	0.1305	0.1388	0.1470	0.1550	0.1630	0.1708	0.1785
18.0	0.0976	0.1082	0.1185	0.1285	0.1383	0.1479	0.1574	0.1666	0.1758	0.1848	0.1936	0.2024
19.0	0.1099	0.1218	0.1334	0.1447	0.1558	0.1666	0.1772	0.1877	0.1979	0.2080	0.2180	0.2279
20.0	0.1230	0.1363	0.1493	0.1620	0.1743	0.1865	0.1983	0.2100	0.2215	0.2329	0.2440	0.2550

\* Volumen en m<sup>3</sup>

\*\* 7 = 6.5 - &lt; 5.5

\*\*\* 6 = 5.5 - &lt; 6.5

Modelo 8.  $\ln v = 2.196 \ln d + 0.772 \ln h - 10.177$ 

donde: d = diámetro a la altura del pecho en cm

h = altura total en m

v = volumen con corteza para un diámetro mínimo de 5 cm

ln = logaritmo natural, con base en e

Cuadro 8. Cuadro de doble entrada para volumen sin corteza hasta un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm para *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua.

Diam. (cm)**	Altura (m)**											
	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0
6.0	0.0054	0.0067	0.0082	0.0098	0.0114	0.0132	0.0151	0.0172	0.0193	0.0215	0.0238	0.0262
7.0	0.0070	0.0087	0.0106	0.0127	0.0149	0.0172	0.0197	0.0223	0.0251	0.0279	0.0309	0.0340
8.0	0.0088	0.0110	0.0134	0.0159	0.0187	0.0217	0.0248	0.0280	0.0315	0.0351	0.0389	0.0428
9.0	0.0107	0.0134	0.0163	0.0195	0.0229	0.0265	0.0303	0.0343	0.0385	0.0429	0.0475	0.0523
10.0	0.0128	0.0161	0.0196	0.0233	0.0274	0.0317	0.0363	0.0411	0.0461	0.0514	0.0569	0.0626
11.0	0.0151	0.0189	0.0230	0.0275	0.0322	0.0373	0.0427	0.0483	0.0543	0.0605	0.0670	0.0737
12.0	0.0175	0.0219	0.0267	0.0319	0.0374	0.0433	0.0495	0.0561	0.0630	0.0702	0.0777	0.0855
13.0	0.0201	0.0251	0.0306	0.0366	0.0429	0.0497	0.0568	0.0643	0.0722	0.0805	0.0891	0.0981
14.0	0.0228	0.0285	0.0348	0.0415	0.0487	0.0564	0.0645	0.0730	0.0820	0.0914	0.1011	0.1113
15.0	0.0257	0.0321	0.0391	0.0467	0.0548	0.0634	0.0725	0.0821	0.0922	0.1028	0.1138	0.1253
16.0	0.0286	0.0358	0.0437	0.0521	0.0612	0.0708	0.0810	0.0917	0.1030	0.1148	0.1271	0.1399
17.0	0.0318	0.0398	0.0484	0.0578	0.0679	0.0785	0.0898	0.1017	0.1142	0.1273	0.1410	0.1551
18.0	0.0350	0.0438	0.0534	0.0639	0.0748	0.0866	0.0991	0.1122	0.1260	0.1404	0.1554	0.1711
19.0	0.0384	0.0481	0.0586	0.0699	0.0821	0.0950	0.1086	0.1230	0.1382	0.1540	0.1705	0.1876
20.0	0.0419	0.0525	0.0640	0.0763	0.0896	0.1037	0.1186	0.1343	0.1508	0.1681	0.1861	0.2048

\* Volumen en m<sup>3</sup>

\*\* 7 = 6.5 - &lt; 5.5

\*\*\* 6 = 5.5 - &lt; 6.5

Modelo 8.  $\ln v = 1.709 \ln d + 1.679 \ln h - 11.559$ 

donde: d = diámetro a la altura del pecho en cm

h = altura total en m

v = volumen sin corteza para un diámetro mínimo de 5 cm

ln = logaritmo natural, con base en e

clases diamétricas. La escogencia de estas alternativas dependerá de la precisión que se desea tener.

### Conclusión

Los modelos logarítmicos seleccionados para la elaboración de las tablas de volumen así como para la relación diámetro-altura presentaron coeficientes de determinación altos e Índices de Furnival y coeficientes de variación más bajos, dando un buen ajuste y una mejor predicción de las variables relacionadas en comparación con los restantes modelos probados.

Debido a que las tablas de volumen elaboradas en el presente trabajo están basadas en una muestra de árboles tomada de plantaciones pequeñas en diferentes sitios del país se recomienda su uso en plantaciones en las que la relación diámetro-altura de los árboles sea parecido al de la muestra estudiada. El uso de estas tablas en otras plantaciones con desarrollo diferente puede resultar riesgoso.

### Resumen

Se elaboraron tablas de volumen total con y sin corteza, para un diámetro mínimo en la parte superior del fuste de 5 cm, en árboles de *Eucalyptus camaldulensis* en Nicaragua.

Se seleccionó una muestra de 61 árboles con edades entre 2.8 y 50 años en cuatro sitios diferentes del país, correspondientes a clases diamétricas desde 5 cm hasta 20 cm y clases de altura de 6 m hasta 18 m. Para la estimación del volumen se probaron 15 modelos matemáticos seleccionándose el modelo  $\ln v = f(\ln \text{diámetro}, \ln \text{altura})$ . Para la relación diámetro-altura se probaron 12 modelos matemáticos, seleccionándose el modelo  $\ln h = \ln d + d$ . Ambos modelos mostraron consistentemente coeficientes de correlación altos y los valores más bajos para el Índice de Furnival.

### Literatura citada

1. ELDRIDGE, K. G., comp. An annotated bibliography of genetic variation in *Eucalyptus camaldulensis* (Formerly 'Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics'). Oxford, England, Commonwealth Forestry Institute Tropical Forestry Paper No. 8, 1975. 59 p.
2. EVANS, H. B. L., comp. British Forestry Mission, Nicaragua. Species and provenance trials 1972-1977. London, Ministry of Overseas Development 1977. 34 p.
3. FURNIVAL, G. M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. Forest Science 7(4):337-341. 1961.
4. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Eucalyptus for planting. 2ed. Roma, 1976. 398 p.
5. GOMEZ LAZO, D. A. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE 1981. 166 p.
6. MANGIERI, H. R. y DIMITRI, M. J. Los eucalip-tos en la silvicultura. Buenos Aires. 1961. 226 p.
7. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington, D. C. 1980. pp. 126-127.
8. PREVOST, M. J. Volume tables for *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus camaldulensis* in Rhodesia. Rhodesia Forestry Commission Research Bulletin No. 5. 1974. 54 p.

## Notas y comentarios

### El RNA catalizador

En los últimos años se ha acumulado evidencia de que los ácidos ribonucleicos (RNAs) pueden actuar, al igual que las enzimas, como catalizadores en reacciones bioquímicas. Investigadores de la Universidad de Yale han presentado prueba concluyente de que realmente existe el RNA catalizador (*Cell*, Vol. 35, p. 849), un descubrimiento que seguramente llegará a ser reconocido como un hito importante en la historia de la bioquímica.

Como sabemos, los RNA son moléculas de ácido nucleico que sirven de intermediarios entre los genes y las proteínas. La información genética codificada en el DNA, es copiada en hilos de RNA. Un tipo de RNA, el RNA mensajero, va entonces a dirigir la manufactura de moléculas específicas de proteína. Otro tipo, conocido como RNA de transferencia, lleva los aminoácidos apropiados al sitio en que se construye la proteína, mientras que una tercera categoría, RNA ribosomales, forman parte de complejos de proteína y RNA, llamados ribosomas, de los cuales se elaboran las proteínas. Al estudiar este último grupo, que comprenden también a unos RNAs pequeños, se encontraron los primeros indicios de esta actividad catalítica (véase *Turrialba*, Vol. 27, p. 46).

En 1982, Thomas Cech y colegas de la Universidad de Colorado, presentaron la primera evidencia firme de que el RNA podría actuar como catalizador. Descubrieron un pedazo de RNA que actuaba como auto-

catalizador, acelerando una reacción química en la que tomaba parte el mismo RNA (*Cell*, Vol. 31, p. 147). Al principio, hubo cierta actitud reluctante ante este hallazgo, pero pronto fue confirmado por el equipo investigador de Sidney Altman, de la Universidad de Yale, en colaboración con científicos del Hospital Nacional Judío de Denver, Colorado. En diciembre de 1983, informó que el RNA purificado del complejo catalítico RNA-proteína podía catalizar la reacción que procesa otras moléculas de RNA para obtener el RNA de transferencia, en ausencia de una proteína. Aparentemente, había descubierto un RNA que actúa como un verdadero catalizador, al acelerar una reacción química de la cual emerge intacto y listo para repetir el proceso (*Cell*, Vol. 35, p. 849).

Pero todavía quedaba la posibilidad de que el RNA de Altman no fuese completamente puro, sino que contenía trazas de proteína, las que podrían ser responsables de la catálisis. Esta posibilidad ha sido ahora eliminada mediante la producción del RNA directamente de su gen purificado, lo que resultó en moléculas de RNA que nunca habían estado cerca de las proteínas con las que normalmente se asocian en la célula. El hecho de que este RNA recién elaborado pueda también catalizar la reacción apropiada es prueba convincente de que el RNA catalizador realmente existe (*Science*, Vol. 223, p. 285).

Entre otras posibilidades, este descubrimiento sugiere que algunas de las muchas moléculas pequeñas de RNA de función desconocida, que se encuentran dentro de las células, y que han sido estudiadas hace pocos años, también en Colorado, por Lester Goldstein (*Nature*, Vol. 261, p. 151), pueden jugar papeles importantes como catalizadores. A. Gorbitz.