

Above-ground biomass tables for Italian cypress from Israël ⁽¹⁾

Tables de biomasse aérienne pour le cyprès d'Italie (Cupressus sempervirens L.) en Israël ⁽¹⁾

par Yechiel ZOHAR*

Italian or Mediterranean cypress (*Cupressus sempervirens* L.) is spontaneous in parts of the Eastern Mediterranean. It is widely planted here in man-made forests, for ornament and as windbreaks, yet little, if any, mensurational data are available as an aide in forest management and utilization. To fill this gap in our knowledge, a general volume table was issued (Zohar and Karschon, 1984a) and is now supplemented by the biomass tables given below. Our biomass tables are based on the same trees used for



Le cyprès d'Italie ou cyprès méditerranéen (*Cupressus sempervirens* L.) est spontané dans certaines régions de la Méditerranée orientale. Il est utilisé largement dans des reboisements, pour l'ornementation ou dans des brise-vents. De trop peu nombreuses mesures (quand il y en a) sont disponibles pour aider à l'aménagement. Pour combler ce défaut dans notre connaissance, on a publié un tarif général (Zohar et Karschon, 1984a) et les tables de biomasse qui figurent ci-dessous complètent ce tarif.

Nos tables de biomasse sont basées sur les mêmes arbres qui ont servi à mettre au point le tarif général, sur 60 arbres de la variété *horizontalis* (Mill.) Gordon, la forme spontanée à branches déployées horizontalement, et 60 arbres de la variété *stricta* (var. *stricta* Aiton = var. *pyramidalis* Nyman), la forme cultivée d'allure fastigiée ou en forme de colonne (Tableau I). Tous les arbres viennent de forêts à moyenne à forte densité (600 à 2 400 arbres/ha) de diverses régions du pays, quoique vers la fin du projet de nombreux arbres provenaient de la célèbre forêt de Ben Shemen, près de Lod.

Les arbres étaient âgés de 6 à 40 ans. Les méthodes de calcul de la biomasse, sur le terrain et en laboratoire, ont été décrites par ailleurs (Zohar et Karschon, 1984b); les données ont été analysées à travers des équations logarithmiques décrivant les relations allométriques entre le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur d'une part des différents éléments de la biomasse et la biomasse de l'ensemble de l'arbre d'autre part (Pardé, 1980).

Les valeurs estimées de la biomasse sèche des éléments et de l'arbre entier sont données respectivement dans les tableaux 2-6 et 7.

Comme le montre la figure 1, la quantité de bois exprimée en pourcent de la biomasse s'accroît avec le diamètre à hauteur de poitrine et elle est plus faible pour la variété *horizontalis* que pour la forme *stricta*, mais le premier a plus de branches et de feuilles que le dernier. Par voie de conséquence le rapport cime/tige est significativement supérieur pour la variété *horizontalis* ($0,78 \pm 0,12$) que pour la forme *stricta* ($0,52 \pm 0,07$). (Les données de la figure 1 sont basées sur la hauteur moyenne de chaque classe de diamètre).

Récemment, de nombreux cyprès se sont desséchés à cause d'une atteinte par le chancre (*Coryneum cardinale*) (Mendel et al., 1983) et de l'arrachage de vergers d'agrumes.

* Yechiel ZOHAR

Agricultural Research Organization
Forestry division
Ilanot
Doar Na Lev Hasharon 42805
Israel

(1) Contribution from the Agricultural Research Organization, Bet Dagan, Israel; 1984 series, No. 1128-E. Department of Forestry, Agricultural Research Organization, 42805.

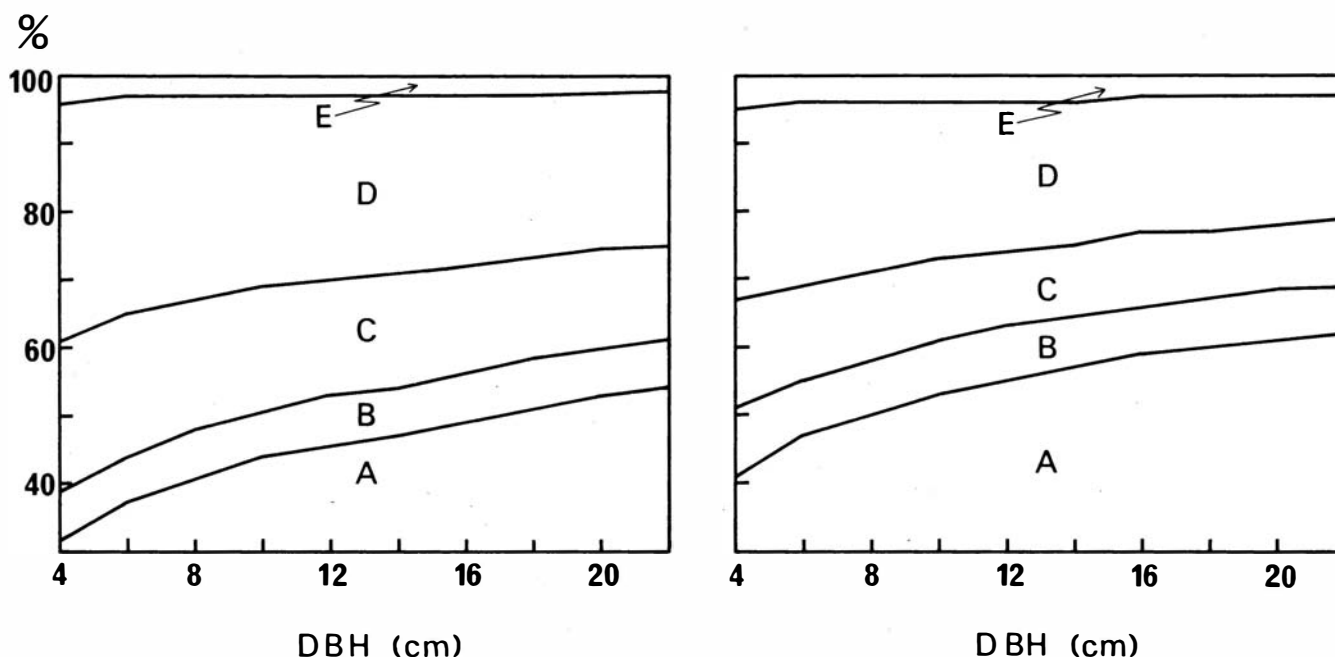


FIGURE 1

Biomass composition in Italian cypress (% of dry weight) as related to d.b.h. (cm). Left — var. *horizontalis*; right — cv. *stricta*. A. — wood; B — bark; C — branches; D — foliage; E — cones.

Composition de la biomasse du cyprès méditerranéen (% de matière sèche) par rapport au diamètre à hauteur de poitrine. A gauche, var. *horizontalis*, à droite, cv. *stricta*. A. bois, B. écorce, C. branches, D. feuillage, E. cônes.

preparing the general volume table, viz., 60 trees of var. *horizontalis* (Mill.) Gordon, the wild form with horizontally spreading branches, and 60 trees of cv. *stricta* (var. *stricta* Aiton = var. *pyramidalis* Nyman), the cultivated form with columnar or fastigate habit (Table 1). All trees were from medium- to high-density forest plantations (600-2,400 trees per ha) from various parts of the country, though in the final stages of the project many trees were from the well-known Ben Shemen forest near Lod; tree ages were from six to 40 years. Methods of field and laboratory work for biomass determination were described elsewhere (Zohar and Karschon, 1984b); the data were analyzed by logarithmic equations describing the allometric relations of d.b.h. and height to various biomass components and whole-tree biomass (Pardé, 1980).

Predicted oven-dry amounts of biomass components and whole trees are presented in Tables 2-6 and Table 7, respectively. As shown in Figure 1, the amount of wood expressed as percent of total biomass, increases with d.b.h. and is lower in var. *horizontalis* than in cv. *stricta*, but the former has more branches and foliage than the latter. As a result, the crown/stem ratio is significantly higher in var. *horizontalis* (0.78 ± 0.07). (The data in Figure 1 are based on the average height of each diameter class).

Lately, many dry cypress trees have been felled here owing to the occurrence of *Coryneum* canker (Mendel *et al.*, 1983) and the uprooting of citrus orchards. Part of the wood is used for the production of saw timber, particle board and fibreboard, but much of the cut material is burnt as fuel. Energy contents (MJ) can be estimated by multiplying the weights in Tables 2-5 by the following gross calorific values of oven-dry matter including ash (K. Tischler, preliminary data, unpublished):

wood	20.75 MJ kg ⁻¹
bark	18.42 MJ kg ⁻¹
branches	19.73 MJ kg ⁻¹
foliage	20.54 MJ kg ⁻¹

The energy content of whole trees can be estimated by adding the relative values obtained for the various biomass components.



Une partie du bois est utilisée pour la production de sciage, de panneaux de particules ou de fibres, mais la plus grande part est utilisée en bois de chauffage. L'énergie (MJ) peut être estimée en multipliant les poids des tableaux 2-5 par les valeurs calorifiques supérieures de la matière sèche suivantes, y compris les cendres (K. Tischler, premières données inédites):

Bois	20,75 MJ/kg
Ecorce	18,42 MJ/kg
Branches	19,73 MJ/kg
Feuilles	20,54 MJ/kg

L'énergie contenue dans l'arbre entier peut être estimée en additionnant les valeurs relatives de chacun des éléments.

Table I — Sample trees.
Tableau I — Echantillons.

d.b.h. (cm) <i>Diamètre à hauteur de poitrine</i>	var. <i>horizontalis</i>				cv. <i>stricta</i>			
	d.b.h (cm)		height (m) <i>hauteur</i>		d.b.h. (cm)		height (m) <i>hauteur</i>	
	average <i>moyenne</i>	range <i>amplitude</i>	average <i>moyenne</i>	range <i>amplitude</i>	average <i>moyenne</i>	range <i>amplitude</i>	average <i>moyenne</i>	range <i>amplitude</i>
4	5.0 [±] 0.4	4.6 - 5.5	5.0 [±] 1.1	3.5 - 6.4	5.2 [±] 0.6	4.4 - 5.8	5.0 [±] 0.9	4.1- 6.4
6	7.1 [±] 0.6	6.0 - 7.7	5.6 [±] 0.8	4.4 - 6.5	7.4 [±] 0.4	6.6 - 7.7	7.1 [±] 1.0	5.7- 8.3
8	9.1 [±] 0.5	8.5 - 9.9	6.7 [±] 0.5	6.0 - 7.2	9.1 [±] 0.5	8.5 - 9.9	8.1 [±] 0.9	7.3- 9.7
10	11.5 [±] 0.5	10.6 -11.9	8.6 [±] 1.3	7.0 -10.3	11.4 [±] 0.4	10.7 -11.9	10.0 [±] 1.7	8.2-12.2
12	12.7 [±] 0.5	12.0 -13.5	9.3 [±] 1.3	8.0 -11.9	12.7 [±] 0.6	12.0 -13.5	10.9 [±] 0.7	10.0-12.0
14	14.7 [±] 0.4	14.0 -15.2	9.4 [±] 1.4	7.4 -10.8	14.5 [±] 0.5	14.0 -15.3	11.5 [±] 1.0	10.3-13.0
16	16.7 [±] 0.5	16.0 -17.3	10.7 [±] 1.6	8.4 -13.0	16.7 [±] 0.6	16.0 -17.9	13.8 [±] 1.6	12.0-16.7
18	19.0 [±] 0.5	18.1 -19.5	12.9 [±] 2.4	11.2 -17.5	19.1 [±] 0.4	18.6 -19.5	14.8 [±] 0.7	14.0-15.5
20	20.9 [±] 0.7	20.0 -21.7	15.0 [±] 0.6	14.0 -15.7	20.6 [±] 0.7	20.0 -21.4	15.9 [±] 1.8	14.2-18.3
22	23.0 [±] 0.7	22.0 -23.8	16.1 [±] 1.6	14.2 -18.5	22.7 [±] 0.5	22.0 -23.3	17.4 [±] 0.9	15.5-18.0

Table II — Predicted oven-dry biomass (kg) of wood.
Tableau II — Calcul de la biomasse du bois sec (kg).

Var. *horizontalis* : $\log Y = -1.427 + 0.892 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.994$;

cv. *stricta* : $\log Y = -1.594 + 0.940 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.992$

d.b.h. (cm) <i>diamètre à hau- teur de poitrine</i>	Var. <i>horizontalis</i>							cv. <i>stricta</i>						
	height (m) <i>hauteur (m)</i>							height (m) <i>hauteur (m)</i>						
	4	6	8	10	12	14	16	4	6	8	10	12	14	16
4	1.5	2.2						1.3	1.9					
6	3.2	4.5	5.8	7.1				2.7	4.0	5.2	6.5			
8		7.6	9.8	11.9	14.0				6.9	9.0	11.1	13.2		
10		11.3	14.6	17.8	20.9	24.0			10.4	13.7	16.9	20.0	23.1	
12			20.1	24.6	28.9	33.2	37.4			19.3	23.8	28.2	32.6	37.0
14			26.5	32.4	38.1	43.7	49.2			25.7	31.7	37.7	43.6	49.4
16			33.7	41.1	48.3	55.5	62.5			33.1	40.8	48.4	56.0	63.5
18				50.7	59.6	68.4	77.1				50.9	60.5	69.9	79.2
20				61.2	72.0	82.6	93.0				62.1	73.7	85.2	96.6
22					85.3	97.9	110.3					88.2	101.9	115.6

Table III — Predicted oven-dry biomass (kg) of bark.
 Tableau III — Calcul de la biomasse de l'écorce sèche (kg).

Var. Horizontalis : $\log Y = -1.982 + 0.812 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.984$;

cv. stricta : $\log Y = -2.029 + 0.809 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.987$;

d.b.h. (cm) <i>diamètre à hauteur de poitrine</i>	Var. horizontalis							cv. stricta						
	height (m) <i>hauteur (m)</i>							height (m) <i>hauteur (m)</i>						
	4	6	8	10	12	14	16	4	6	8	10	12	14	16
4	0.3	0.4						0.3	0.4					
6	0.6	0.8	1.0	1.2				0.5	0.7	0.9	1.1			
8		1.3	1.6	2.0	2.3				1.2	1.5	1.7	2.0		
10		1.9	2.4	2.8	3.3	3.7			1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	
12			3.2	3.8	4.4	5.0	5.6			2.8	3.4	3.9	4.4	4.9
14			4.1	4.9	5.7	6.4	7.2			3.6	4.3	5.0	5.7	6.3
16			5.1	6.1	7.0	8.0	8.9			4.5	5.4	6.2	7.0	7.9
18				7.4	8.5	9.7	10.8				6.5	7.5	8.5	9.5
20				8.7	10.1	11.5	12.8				7.7	8.9	10.1	11.3
22					11.8	13.4	14.9					10.4	11.8	13.1

Table IV — Predicted oven-dry biomass (kg) of branches.
 Tableau IV — Calcul de la biomasse des branches sèches (kg).

Var. horizontalis : $\log Y = -1.184 + 0.679 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.944$;

cv. stricta : $\log Y = -1.645 + 0.742 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.904$;

d.b.h. (cm) <i>diamètre à hauteur de poitrine</i>	Var. horizontalis							cv. stricta						
	height (m) <i>hauteur (m)</i>							height (m) <i>hauteur (m)</i>						
	4	6	8	10	12	14	16	4	6	8	10	12	14	16
4	1.1	1.4						0.5	0.7					
6	1.9	2.5	3.1	3.6				0.9	1.2	1.5	1.8			
8		3.7	4.5	5.2	5.9				1.9	2.3	2.7	3.1		
10		5.0	6.1	7.1	8.0	8.9			2.6	3.2	3.8	4.4	4.9	
12			7.8	9.1	10.3	11.4	12.5			4.2	5.0	5.7	6.4	7.1
14			9.6	11.2	12.7	14.1	15.4			5.3	6.3	7.2	8.1	8.9
16			11.6	13.4	15.2	16.9	18.5			6.5	7.7	8.8	9.9	10.9
18				15.8	17.9	19.8	21.7				9.1	10.5	11.7	13.0
20				18.2	20.6	22.9	25.0				10.7	12.2	13.7	15.2
22					23.4	26.0	28.5					14.1	15.8	17.5

Table V — Predicted oven-dry biomass (kg) of leaves.
Tableau V — Calcul de la biomasse de feuilles sèches (kg).

Var. horizontalis : $\log Y = -1.030 + 0.691 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.946$;

cv. stricta : $\log Y = -1.402 + 0.755 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.908$.

d.b.h. (cm) <i>diamètre à hauteur de poitrine</i>	Var. horizontalis							cv. stricta						
	height (m) <i>hauteur (m)</i>							height (m) <i>hauteur (m)</i>						
	4	6	8	10	12	14	16	4	6	8	10	12	14	16
4	1.7	2.2						0.9	1.2					
6	2.9	3.8	4.7	5.4				1.7	2.3	2.8	3.4			
8		5.7	6.9	8.1	9.2				3.5	4.4	5.2	6.0		
10		7.8	9.5	11.0	12.5	13.9			4.9	6.1	7.3	8.4	9.4	
12			12.2	14.2	16.1	17.9	19.6			8.1	9.6	11.0	12.4	13.7
14			15.1	17.6	19.9	22.2	24.3			10.2	12.1	13.9	15.6	17.2
16			18.1	21.1	24.0	26.6	29.2			12.5	14.8	17.0	19.1	21.1
18				24.9	28.2	31.4	34.4				17.7	20.3	22.8	25.2
20				28.7	32.6	36.3	39.8				20.7	23.8	26.7	29.5
22					37.2	41.4	45.4					27.5	30.8	34.1

Table VI — Predicted oven-dry biomass (kg) of cones.
Tableau VI — Calcul de la biomasse des cônes secs (kg).

Var. horizontalis : $\log Y = -1.949 + 0.681 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.944$;

cv. stricta : $\log Y = -2.136 + 0.744 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.912$.

d.b.h. (cm) <i>diamètre à hauteur de poitrine</i>	Var. horizontalis							cv. stricta						
	height (m) <i>hauteur (m)</i>							height (m) <i>hauteur (m)</i>						
	4	6	8	10	12	14	16	4	6	8	10	12	14	16
4	0.2	0.3						0.2	0.2					
6	0.3	0.4	0.5	0.6				0.3	0.4	0.5	0.6			
8		0.6	0.8	0.9	1.0				0.6	0.8	0.9	1.0		
10		0.9	1.1	1.2	1.4	1.6			0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	
12			1.4	1.6	1.8	2.0	2.2			1.4	1.6	1.9	2.1	2.3
14			1.7	2.0	2.2	2.5	2.7			1.7	2.1	2.4	2.6	2.9
16			2.0	2.4	2.7	3.0	3.2			2.1	2.5	2.9	3.2	3.6
18				2.8	3.1	3.5	3.8				3.0	3.4	3.8	4.3
20				3.2	3.6	4.0	4.4				3.5	4.0	4.5	5.0
22					4.1	4.6	5.0					4.6	5.2	5.7

Table VII — Predicted oven-dry biomass (kg) of whole tree.
Tableau VII — Calcul de la biomasse de l'arbre entier sec (kg).

Var. horizontalis : $\log Y = -0.748 + 0.786 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.982$;

cv. stricta : $\log Y = -1.018 + 0.845 \cdot \log D^2 \cdot h$, $r = 0.979$.

d.b.h. (cm) <i>diamètre à hauteur de poitrine</i>	Var. horizontalis							cv. stricta						
	height (m) <i>hauteur (m)</i>							height (m) <i>hauteur (m)</i>						
	4	6	8	10	12	14	16	4	6	8	10	12	14	16
4	4.7	6.5						3.2	4.5					
6	8.9	12.2	15.3	18.3				6.4	9.0	11.5	13.9			
8		19.2	24.1	28.7	33.1				14.6	18.7	22.5	26.3		
10		27.3	34.2	40.7	47.0	53.1			21.3	27.2	32.8	38.3	43.6	
12			45.5	54.3	62.6	70.7	78.5			37.0	44.7	52.1	59.4	66.5
14			58.0	69.2	79.8	90.1	100.1			48.0	58.0	67.6	77.0	86.2
16			71.6	85.3	98.4	111.2	123.5			60.2	72.7	84.8	96.5	108.1
18				102.7	118.5	133.8	148.6				88.7	103.4	117.8	131.9
20				121.2	139.9	157.9	175.4				105.9	123.6	140.7	157.6
22					162.5	183.4	203.7					145.1	165.3	185.1



Acknowledgements

We are grateful to Dr. A. Genizi, of the Agricultural Research Organization, Bet Dagan, for the statistical calculations; to Ms. Hashuva (Sylvie) Turgeman, of the Department of Forestry, Ilanot, for assistance in all stages of the work; and to the Forest Department, of the Land Development Authority, Qiryat Hayyim, for assistance in the field and for financial support.

Remerciements

Nous sommes reconnaissants au Dr. A. Genizi, de l'Institut de recherches de Bet Dagan, de nous avoir aidé pour le calcul statistique, à M^{me} Hashuva (Sylvie) Turgeman, du Département des forêts d'Ilanot, pour son aide tout au long du travail, et au Département forestier de l'Autorité du développement rural de Qiryat Hayyim, pour son aide sur le terrain et son appui financier.

References

MENDEL Z., *et al.*, 1983. — Insect pests and diseases of cypress in Israel, La-Yaaran 33 : 37-41 (Hebrew), 47 (English).
PARDÉ J., 1980. — Forest biomass. For Abstr. 41 : 343-362.
ZOHAR Y., and KARSCHON R., 1984a. — General Volume Table for Italian Cypress in Israel. Leaflet. Dep. For. Agric. Res. Organ, Ilanot No. 76.
ZOHAR Y., and KARSCHON R., 1984b. — Above-ground biomass of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. in Israel. S. Afr. For. J. 128 : 26-29.