

## CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA PALMA CHILENA

por G. ALVAREZ DE ARAYA y V. MATTE H.  
Ingenieros forestales de la Universidad de Chile

## Obtención de los datos básicos

La palma chilena (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon) también conocida como palma de coquitos, lilla, canchán, glilla, y palmera (Muñoz, 1959), habita en una zona bien definida. Se le encuentra en el interior de la Cordillera de la Costa, desde Zapallar por el norte hasta la altura de Rancagua por el sur (Consigny, 1963). Su área actual es, sin duda, lo que resta de una dispersión mucho mayor aún en tiempos históricos (Schmithüsen, 1956).

Esta especie ha sido explotada para obtener la conocida miel de palma, en una forma que está muy lejos de ser racional. Por un lado, este exterminio de la palma chilena se debe a la falta de estudios básicos, que permitan un manejo adecuado y por otro a la falta de interés por parte de los propietarios en preservarla y de las autoridades en hacer cumplir la ley.

Actualmente, quedan dos grupos importantes de esta especie: uno en Ocoa (provincia de Valparaíso) y otro en Cocalán (provincia de O'Higgins).

Alrededor de esta especie existen muchos interrogantes desde el punto de vista biológico. Entre ellos se pueden citar: 1) ¿cómo medir su crecimiento?; 2) ¿cuál es su volumen?; 3) ¿cómo se podría extraer su jugo azucarado sin necesidad de matar la planta?; 4) en caso de poder hacerlo, ¿se mantendrían las características del líquido que se obtenga del tronco?; 5) ¿hay diferencias de producción en relación a la edad?; 6) ¿existen diferencias de producción en relación a los volúmenes?; 7) ¿por qué se producen acinturamientos a lo largo del fuste?

Remitiéndonos nuevamente al trabajo de Consigny (1963), este autor propone un plan de investigaciones así como postula diversas teorías en relación a los interrogantes planteados.

Sea cual fuere el plan que se siga para rescatar esta especie de su exterminio y aún aprovecharla para reforestar áreas semiáridas, difícilmente utilizables por otras, es necesario estudiarla desde el punto de vista dasométrico así como silvícola. Reiche (1937), indica que se cultiva en California y que puede aconsejarse para el norte de Africa.

Para el estudio dasométrico y usando un método descrito por Matte (1964), en que no se necesita voltear el árbol para medirlo, se ha intentado dar un primer paso en el conocimiento forestal de estos rodales, elaborando una tabla local de volumen. Para esto se eligió el palmar de Cocalán.

Se eligieron al azar 26 palmas, en un sector a 190 m. s.n.m., en el fondo del valle, tratando de cubrir toda la amplitud diamétrica del rodal. Cada palma fue fotografiada (con película de 35 mm. Kodak plus X Pan Film) y se le midió la altura total y el DAP (diámetro a la altura del pecho). Junto a estas mediciones de terreno se agregó otra referencia para determinar la escala de las fotografías, mediante un hombre parado al lado del árbol (ver fig. N° 1).

Una vez reveladas las películas, se procedió a la medición individual de cada palma. Para esto se trabajó con los negativos, los cuales se proyectaron sobre una hoja de papel, con el fin de dibujar cada palma en un tamaño más grande que facilitara su medición.

## Cálculo de volúmenes individuales

Obtenido de este modo lo que se podría denominar plano vertical de cada palma, se procedió a la medición propiamente tal. Para esto se empleó la fórmula de Smalian, en su derivación para el cálculo por secciones de igual longitud.

$$V = \frac{\pi}{8} (d_o^2 + 2d_1^2 + \dots + 2d_{n-1}^2 + d_n^2) \cdot L$$

En esta fórmula se consideran secciones de longitud  $L$  y con diámetros  $d_o$  y  $d_{n+1}$ .

Ahora bien, como en el plano se podían medir estos mismos diámetros, pero en un valor proporcional e igual a la escala  $e$ , la fórmula se transformó para este caso particular en la forma:

$$V + \frac{\pi}{8} e^3 (d_o^2 + 2d_1^2 + \dots + 2d_{n-1}^2 + d_n^2) \cdot L$$

Para simplificar aún más el cálculo,  $L$  se hizo igual a 1 cm.

De este modo, para aplicar la fórmula, se fue seccionando el fuste a intervalos de 1 cm. y midiendo en cada nivel los diámetros  $d_o$ ,  $d_1$ ,  $d_2$ , etc.

## Cálculo de regresión y correlación

Determinados los volúmenes individuales de cada palma, se procedió a construir la tabla, mediante el ajus-

te de los volúmenes a una regresión entre el volumen y el valor D<sup>2</sup>H, en la forma:  $V = a + bD^2H$ , siendo: D = DAP, en metros, H = altura total en metros, y V = volumen en metros cúbicos.

Hecho el ajuste, se llegó a la siguiente ecuación para el volumen:  $V = 0,762 + 0,2982 D^2H$ . (m<sup>3</sup>).

La expresión gráfica de esta ecuación puede apreciarse en la fig. N° 2.

Junto con determinar la regresión se procedió a calcular el coeficiente de correlación rectilíneo, en la forma:

$$r = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum (x-\bar{x})^2 \cdot \sum (y-\bar{y})^2}} = 0,705$$

Análisis Estadístico.

1. Significación del Coeficiente de Correlación

Se realizó la prueba "t" de Student, mediante "t" =

$t = \frac{r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}}{1}$  encontrándose para "t" un valor de 4,87, valor que es superior al valor tabulado de "t" para 99% de probabilidad, lo cual indica que el valor 0,705 para "t" es muy significativo, o lo que es lo mismo que existe una asociación muy significativa entre V y D<sup>2</sup>H.

2 Análisis de Varianza para probar la Regresión

El análisis se realizó ajustándose al siguiente esquema:

Causas de Variación	Grados de Libertad	Suma de Desvíos al cuadrado	Varianza
Debida a Regresión	1	$b^2 \sum (x-\bar{x})^2$	$b^2 \sum (x-\bar{x})^2$
Desviación de la Regresión	N-2	$\sum (y-\bar{y})^2 - S^2 y_x$	$S^2 y_x$
Total	N-1	$\sum (y-\bar{y})^2$	

Realizando los cálculos se obtienen los siguientes resultados:

CUADRO RESUMEN DEL ANALISIS DE LA VARIANZA

Causas de Variación	Grados de Libertad	Suma de Desvíos al cuadrado	Varianza	"F" calculado
Debida a Regresión	1	52,9400	52,94	23,63
Desviaciones de la Regresión	24	53,6823	2,24	
TOTAL	25	106,6223		



Fig. 1 Palma chilena de 10,6 mts. de altura y 0,95 de DAP. Altura del hombre, 1,72 mt. Cocalán, provincia de O'Higgins (Foto Ventura Matte, enero de 1964)

Como el valor de F calculado resulta muy significativo, se concluye que la estimación de los valores de terreno logrado por la regresión es altamente satisfactoria.

3 Significación del Coeficiente de Regresión

Se realizó la prueba "t" de Student mediante,

$$t = \frac{b}{Sb} = \frac{b \sqrt{\sum (x-\bar{x})^2}}{S y_x} = 4,88$$

valor que indica que

el coeficiente de regresión es altamente significativo.

4 Determinación de las bandas o límites confidenciales de la Recta de Regresión.

Las bandas confidenciales, que aparecen junto a la ecuación de regresión en la figura N° 2, se determi-

naron mediante: Límites Confidenciales de  $Y = Y' \pm t_{s_y}$ , siendo  $S_y = S_{yx} \sqrt{1/n + (x-\bar{x})^2 / \sum (x-\bar{x})^2}$ , valor que se determina separadamente para cada valor de X.

Se obtuvieron una serie de puntos sobre y bajo la recta de regresión que unidos, dieron las bandas confidenciales para una probabilidad, que en este caso fue de 95%.

Resultados

Mediante la ecuación de Regresión se determinaron los valores para la tabla de Volumen, resolviendo la ecuación para las diversas combinaciones de D. A. P. y Altura que aparecen en la tabla. Se obtuvo así la siguiente tabla Local de Volumen.

TABLA DE VOLUMEN

Especie: Jubaca chilensis.

Localidad: Cocalán.

Base: 26 árboles.

ALTURA TOTAL METROS

D.A.P. cm.	10	15	20
	Volumen en Métros Cúbicos		
40	1,239		
50	1,508		
60	1,836	2,372	
70	2,223	2,954	3,684
80	2,671	3,625	4,579
90	3,177	4,385	5,593
100	3,744	5,235	6,726
110	4,370	6,174	7,978
120		7,203	9,350
130		8,321	10,841

Volúmenes del fuste, en el tramo comprendido hasta la proyección de la copa.

Volúmenes individuales obtenidos por el método fotográfico, mediante proyección y dibujo de la proyección, aplicando la fórmula de Smalian para Secciones.

Tabla de Volúmenes construidas por métodos de variables combinadas y con ajuste por mínimos cuadrados:

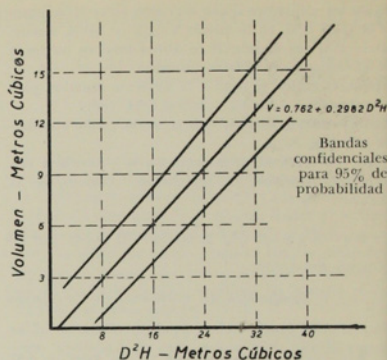


Fig. 2 Regresión para tabla de volumen. Método de variables combinadas. Ajuste por mínimos cuadrados.

$$V = 0,762 + 0,2982 D^2H \text{ (m}^3\text{)}$$

$$S_{yx} = 1,495.$$

$$SK = 0,061.$$

$$r = 0,705.$$

Prueba t para b muy significativo.

Prueba t para r muy significativo.

Análisis de Varianza para b muy significativo.

CI para b = 0,1723 a 0,4241 para 95%.

Discusión y Conclusiones

Analizando los datos básicos se pueden señalar los siguientes rangos para las mediciones:

D. A. P.	entre 0,49 y 1,27 m.
Alt. Total	entre 8,5 y 19,2 m.
Volumen	entre 0,9 y 7,0 m <sup>3</sup> .

Analizando ahora los valores que entrega la tabla de volumen, se puede apreciar que los volúmenes son bastante altos en comparación con los que presentan otras especies, como por ejemplo el Pino insignis. Sin duda que la explicación se encuentra en la escasa concididad que caracteriza esta especie, que a veces presenta mayores diámetros en las partes altas que al nivel del suelo.

Sin embargo, lo señalado recién, que podría hacer pensar en una escasa correlación entre el volumen y el D. A. P., quedó descartado con la prueba de significación realizada para el coeficiente de correlación, que indicó una alta asociación entre las variables mencionadas.

Debido a que la regresión obtenida es rectilínea podría extrapolarse indefinidamente, obteniéndose valores más allá del rango de las observaciones, pero ello queda limitado por antecedentes biológicos.

La palma chilena presenta un crecimiento en diámetro y en altura muy particular. En efecto, hasta los 20 años más o menos, crece casi exclusivamente en diámetro, alcanzando prácticamente el diámetro definitivo, en tanto que el crecimiento en altura puede decirse que es reducido. Este hecho permite concluir que el límite inferior en el diámetro, para los ejemplares cubicales, es muy cercano a los 0,40 o 0,50 m: En todo caso, tanto el límite inferior como el superior están dados por las condiciones de sitio del lugar.

## BIBLIOGRAFIA:

1. CONSIGNY, A.: Forêts de palmiers au Chili. Revue Bois et Forêts de Tropiques, N° 91. Sept.-oct., 1963.
2. MATTE H., V.: Nuevo método en la preparación de una Tabla de Volumen Local. El Maderero, N° 8, enero, 1964.
3. MUÑOZ P., C.: Sinopsis de la Flora Chilena, Ed. de la U. de Chile, Stgo. de Chile, 1959.
4. REICHE, K.: Geografía Botánica de Chile. Trad. de G. Looser. Tomo II, Stgo., Chile, 1937.
5. SCHMITHÜSEN, J.: Die Räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonn, Geogr. Abh., 17, 1, 1956.

## EXPLORAN EL FONDO DEL MAR A 11 KMS: ENCUENTRAN PEZ DE LOS ABISMOS

Es asombroso lo poco que sabemos sobre el fondo del mar. Hasta no hace mucho tiempo sólo había un método eficaz para su exploración: se introducía en el mar un cable, en cuyo extremo había un instrumento parecido a una despepitadora de manzanas con un pesado lastre que penetraba en el fondo. Con este instrumento especial se obtenían pruebas de rocas y cieno, que haladas, se investigaban después con toda tranquilidad.

Ahora bien, con este método sólo se lograba una muy vaga idea de las tres cuartas partes de la superficie de la tierra que el agua cubre. Imagínese qué impresión se tendría de Gran Bretaña obteniendo de vez en cuando pruebas de rocas y tierra por medio de un cable suspendido de un globo.

Si bien hasta ahora la oceanografía se ha mantenido en su fase de iniciación, parecen anunciarse ya rápidos cambios. Causa principal de ello es el desarrollo de los cohetes de largo trayecto, el polaris principalmente, que pueden ser disparados desde un submarino atómico. Para ello, el submarino debe conocer su situación con exactitud, a fin de que los proyectiles disparados den en el blanco. Mas no deben emplearse los métodos corrientes para obtener la situación, aflorando a la superficie y emitiendo señales de radio. Científicos y expertos trabajan incansablemente para mejorar los viejos métodos de navegación y desarrollar métodos nuevos. Uno de ellos es un satélite especial de navegación. Pero el mismo fondo del mar brinda aquí un buen control, así como las boyas en él ancladas.

El trabajo puede decirse que está todavía en sus co-

mienzos y que sólo una fracción de las partes menos profundas del mar ha podido ser explorada en forma



Foto de la silueta del pez, tomada con una nueva cámara submarina, a 11.000 m. de profundidad donde no se sospechaba la existencia de seres vivos