

FO: DP/ARG/70/536

Documento de Trabajo N°. 20



REPUBLICA ARGENTINA

NOA II - INVENTARIO Y DESARROLLO FORESTAL
DEL NOROESTE ARGENTINO

Convenio Gobierno Argentino / Programa NN. UU. para el Desarrollo

CUBICACION DE ARBOLES
EN EL
INVENTARIO FORESTAL DEL NOROESTE ARGENTINO



Salta, Argentina

1975



I F O N A
U N D P
F A O

FO:DP/ARG/70/536
Documento de Trabajo No. 20

CUBICACION DE ARBOLES
EN EL
INVENTARIO FORESTAL DEL NOROESTE ARGENTINO

Por
Yrjö Sevola

Salta, Argentina
1975

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1.- Introducción	
2.- Material de Investigación	3
3.- Método de Análisis	6
4.- Tablas de volumen para las especies de Selva Tucumano - Ora nense y de Transición	19
5.- Tablas de volumen para las especies del Bosque Chaqueño . .	19
6.- Porcentajes de corteza	20

BIBLIOGRAFIA

APENDICES

1 al 13 : Representa los árboles apeados clasificados por DAP y altura.

- 1.- Palo amarillo
- 2.- Cebil colorado
- 3.- Horco cebil, Lanza blanca
- 4.- Cedro, Urundel, Lapacho rosado
- 5.- Mato, Zapallo caspi - Fuste
- 6.- Cebil colorado, Palo amarillo
- 7.- Mato, Zapallo caspi - Comercial
- 8.- Quebracho blanco - Fuste
- 9.- Quebracho blanco - Comercial
- 10.- Quebracho colorado - Fuste
- 11.- Quebracho colorado - Comercial
- 12.- Mistol, Algarrobos y otras especies - Fuste
- 13.- Mistol, Algarrobos y otras especies - Comercial

Ap. 14 a/b: Listas de especies

14 a: Agrupadas según peso específico y usos

14 b: Por nombres Vulgar

Ap. 15 a/b/c/d : Aplicación de las Tablas Volumétricas Locales por especies

15 a: Distrito 1 -- San Pedro

15 b: Distrito 2 -- Orán y 3 -- Tartagal

15 c: Distrito 4 -- Chaco salteño y 7 -- Santiago

15 d: Distrito 6 -- Tucumán

Ap. 16: Planilla de la Muestra de Arboles Apeados

Ap. 17: Planilla de la Muestra de Arboles Apeados -- Calidad de Madera --

INTRODUCCION

El área de estudio de recursos forestales constituye las zonas boscosas de las provincias de Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Tucumán, dentro de las cuales el área de bosque alcanza unos 7.5 millones de hectáreas.

Se pueden distinguir tres tipos principales de bosque (COZZO, 1967, DI-MITRI, 1972, HUECK, 1965, HUECK-SEIBERT, 1972): Selva Tucumano-Oranense (bosque húmedo subtropical de latifoliadas), Selva de Transición y Bosque Chaqueño. El primero corresponde a una zona angosta que penetra desde Bolivia a través de Jujuy, Salta y Tucumán, hasta el norte de Catamarca. Se trata de una zona húmeda con lluvias anuales de 1 000-2 500 mm y veranos calurosos. Los bosques son en general formaciones mixtas, encontrándose, sin embargo, bosques puros en los pisos más altos: Pino del cerro (*Podocarpus parlatorei*) y Aliso (*Alnus jorullensis*). Las demás especies importantes son Cedro (*Cedrela* sp.), Cebil (*Piptadenia* sp.), Nogal criollo (*Juglans australis*), Lapacho (*Tabebuia* sp.), Palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*), Tipa blanca (*Tipuana tipu*), Roble criollo (*Amburana cearensis*), Laurel (*Phebe porphyria*), Palo amarillo (*Phylostylon rhamnoides*), Tarco (*Jacaranda mimosifolia*), Quina (*Myroxylon peruiferum*) y Urundel (*Astronium urundeuva*).

Hacia el este, antes de la iniciación de la formación seca del bosque Chaqueño, queda la Selva de Transición. Además de las especies como Cebillo, Palo blanco y Tipa, ocurren especies xerófilas como Mistol (*Zizyphus mistol*), Algarrobo (*Prosopis* sp.) y Palo borracho (*Chorisia insignis*).

El Bosque Chaqueño (distritos 4 y 7 en el inventario) comprende una extensa área semiárida cuya precipitación anual varía entre 500 y 700 mm. Está compuesto por especies xerófilas, de las cuales las más importantes son Quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*), Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), Algarrobos (*Prosopis alba* y *p. nigra*), Guayacán (*Caesalpinia paraguayensis*) y Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi*).

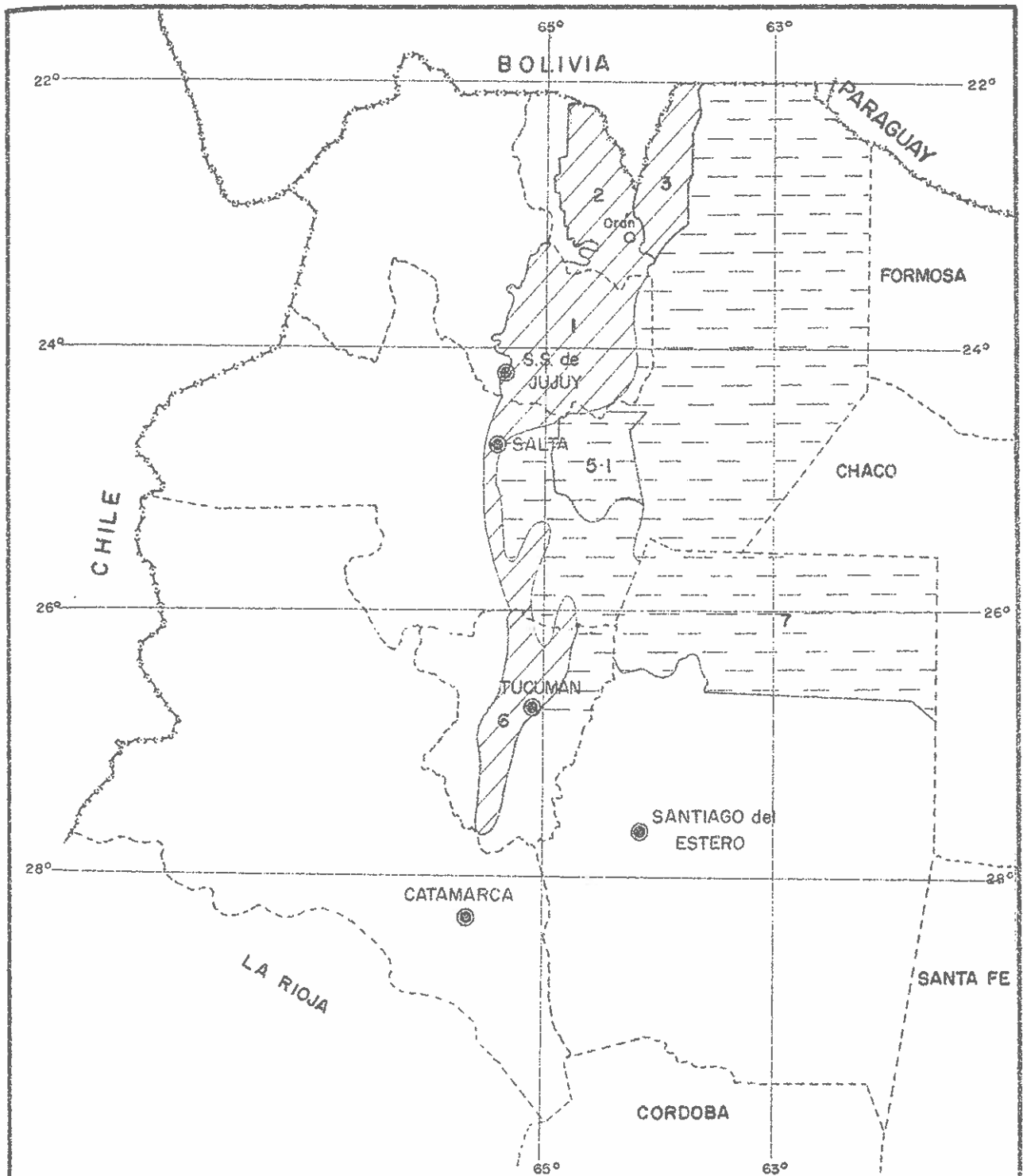
Para los fines del inventario forestal, el área se ha dividido en siete distritos, y ellos a su vez en 20 subdistritos según la geomorfología y tipos de bosque, (ver mapa en la página siguiente).

La unidad de muestreo es un bloque integrado por 8 parcelas circulares de 1 000 m² situadas a 100 m de distancia entre sí, sobre un cuadrado de 200 por 200 m. Los bloques están sistemáticamente distribuidos. La distancia entre bloques es de 4-5 km en la Selva y de 8-10 km en el Bosque Chaqueño (NYSSONEN-MONTENEGRO, 1973); por ejemplo, en San Pedro la distancia era de 4 km y en Santiago del Estero de 8 km.

Se inventariaron por código 77 especies arbóreas (ver apéndice 14). En lo que respecta a cubicación, sólo existía un trabajo, el de ARMAND-ROBLES-DIAZ, (1969) y éste contiene tablas de volumen para Quebracho blanco y colorado exclusivamente. Las tablas de ese trabajo fueron confeccionadas en base a datos de árboles apeados (73 y 74 respectivamente) en la zona este del distrito de Santiago del Estero.

En aquel trabajo, los volúmenes se presentan con corteza, lo cual dificulta la estimación de madera utilizable; además, las tablas del volumen comercial son con una sola entrada, DAP, que no es suficiente para la extensión de este inventario.

Dadas estas condiciones tuvo que combinarse con el inventario, el trabajo de confección de tablas de volumen, y un estudio sobre los defectos de la madera.





NOA II INVENTARIO Y DESARROLLO FORESTAL

Distritos y Regiones Fitogeográficas del Noroeste Argentino

Escala 1:5000000

REFERENCIAS

- | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------------|
| —+—+—+— | Límite Internacional | 1 | Distrito San Pedro |
| - - - - - | Límite Interprovincial | 5-1 | Subdistrito Metán |
| ⊙ | Capital de Provincia | 6 | Distrito Tucumán |
| 2 | Distrito Orán | 7 | Distrito Santiago del Estero |
| 3 | Distrito Tartagal |  | Selva y Bosque de Transición |
|  | Bosque Chaqueño | | |

2. MATERIAL DE INVESTIGACION

El material consiste de mediciones de árboles muestra apeados principalmente en las parcelas 2 y 6 de los bloques del inventario, seleccionados al azar. Los bloques de muy difícil acceso tuvieron que ser reemplazados por otros más accesibles. En algunos casos se procedió a medir árboles también en las demás parcelas, cuando su cantidad en las parcelas 2 y 6 era reducida (ver Manual de trabajo de campo, 1973, p. 45); además, durante la última campana, en la búsqueda de árboles con diámetros mayores, se midieron también, individuos fuera de las parcelas. De Acambuco, subdistrito Río Seco de Tartagal, provienen 93 árboles apeados en las fajas de un inventario realizado para un plan de manejo local (en el Cuadro 1 representan un bloque). El siguiente cuadro muestra el número de árboles medidos y la cantidad de bloques de apeo.

Cuadro 1

Distribución de árboles muestra apeados por subdistritos

Tipo de Bosque, Distrito y Subdistrito	Número de Arboles		
	Total	medidos con ramas	Bloques de apeo
<u>Selva y Transición</u>			
1.11 y 1.12 Oeste - Transic. y Selva	46	8	6
1.22 y 1.23 Este - Transic. y Selva	118	73	6
2.1 Transición	34	-	2
2.2 y 2.3 Selva	121	24	7
3.1 Transición	48	-	2
3.2 y 3.3 Selva	391	231	15
6.2 y 6.3 Transic. y Selva	183	134	8
Total Selva/Transición	941	470	46
<u>Bosque Chaqueño</u>			
4.2 Lotes 35 y 36 de Salta	297 (209 q)*	219	20
7.1 Los Tigres	126 (97 q)	49	22
7.2 Pellegrini	133 (54 q)	55	13
Total Bosque Chaqueño	556 (360 q)	323	55

* q = quebrachos

La mayor parte de los árboles de la zona selvática corresponden a Orán Tartagal de la Provincia de Salta. En el distrito Metán no se midieron árboles muestras apeados debido a que el inventario de esa zona se comenzó con mucho atraso. La primera parte de los árboles chaqueños se apeó en Los Tigres, Santiago del Estero; los demás provienen de los Lotes Fiscales 35 y 36 (330 000 ha) de la Provincia de Salta. En vista de la gran importancia de las ramas para la producción de carbón, en esa zona se aumentó la proporción de árboles a medir con ramas. En los Apéndices 1-13 aparecen las distribuciones de árboles por clases diamétricas y de altura, como así también, la agrupación de especies usadas en el análisis de regresión para desarrollar las ecuaciones de volumen.

Además del diámetro y espesor de corteza (a la altura del pecho, 1.30 m dos mediciones en cada árbol), altura de fuste y altura comercial, se midieron los diámetros y espesores de corteza a las alturas de 1.80, 2.80, 11.80 m en el caso de altura de fuste menor de 13.30 m. En el caso de fustes más largos, las mediciones se practicaron en trozas de 2 m, pero ésto ocurrió muy raras veces. Para la cubicación de la primera troza (des

de tocón hasta 1.30 m), se tomaron las mismas medidas en el tocón y a la mitad de la troza. De la última troza con longitud incompleta, también se tomaron las medidas en el punto medio.

En cada cuarto, tercero o segundo árbol, según la importancia del volumen de las ramas gruesas en la especie, se midieron los diámetros y espesor de corteza de las ramas en secciones de 2 metros (ver planilla de la muestra de árboles apeados - Apéndice 16).

Para la estimación de la proporción podrida en el volumen de fuste, se midieron los diámetros de la parte podrida a las mismas alturas que los de cubicación; ver la planilla - Apéndice 17. La clase de árbol (calidad) es la misma que estimó el grupo del inventario y no se la modificó después del apeo.

La altura de fuste es la distancia entre el nivel del suelo y el punto de copa; y la altura comercial es la distancia entre el nivel del suelo y el punto más alto en que el diámetro del árbol tiene 7 cm. Las alturas se midieron con una cinta métrica una vez apeado el árbol (1.30 m marcado en el árbol en pie sirvió como punto de referencia).

Los volúmenes de fuste y comercial se calcularon combinando las fórmulas de Newton y Huber:

$$VF = \frac{L_1}{6} (g_t + 4g_m + g_{1.3}) + L_2 \sum_{i=1}^n g_{m_i} + L_3 g_m$$

$$VC = VF + L_4 \sum_{i=1}^n g_{m_i}$$

VF = volumen de fuste

VC = volumen comercial

g_t = área transversal a la altura del tocón

$g_{1.3}$ = área transversal a la altura de 1.30 m

g_m = área transversal a mitad de la troza

L_1 = longitud de la primera troza (desde tocón hasta 1.30m)

L_2 = longitud de trozas del fuste

L_3 = longitud de la última troza del fuste

L_4 = longitud de trozas de las ramas

n = número de trozas

Los árboles con raíces tabulares fueron indicados en la planilla. En su caso se modificó el diámetro del tocón y el diámetro a la mitad de la primera troza de cubicación. Los nuevos diámetros se obtuvieron ajustando el DAP (medido más arriba de las raíces tabulares) por los coeficientes c_1 y c_2 calculados con los árboles que no tenían raíces tabulares:

$$c_1 = \frac{\text{Suma diámetros de tocón}}{\text{Suma DAP}}$$

$$c_2 = \frac{\text{Suma diámetros a mitad de primera troza de cubicación}}{\text{Suma DAP}}$$

Las especies y los coeficientes fueron los siguientes:

Código	Nombre vulgar	c_1	c_2	Arb.muestras
06	Palo amarillo	1.28	1.06	7
03	Cedro salteño	1.17	1.03	10
31	Lanza blanca			7
25	Mora amarilla			5
07	Cebil colorado			3
22	Urundel			3
26	Peteribí			3
08	Horco cebil			2

El cálculo del volumen exacto es prácticamente imposible. Las fórmulas tratan de aproximar el área transversal media, en vista de que las trozas a cubicar no tienen formas geométricas puras. Generalmente, la forma de la primera troza es de lo más irregular y se asemeja a un neiloide. Las demás trozas se asemejan a cilindros o conos, y a veces, a paraboloides; éste último es el caso ideal, pues entonces, las fórmulas aplicadas son apropiadas y no producen sesgo. En su trabajo sobre cubicación de los Quebrachos, ARMAND et al. (1969, p.12) mencionan que las trozas de los Quebrachos responden con mucha aproximación al paraboloides.

Indudablemente, la fórmula de Newton empleada en la cubicación de la primera troza rinde valores muy cercanos a los volúmenes verdaderos. Cabe destacar que el volumen de esta troza representa fácilmente el 30-40% sobre el volumen del fuste cuando éste es corto (hasta 5 m), y 15-20% en fustes largos.

Si la forma de la troza no es paraboloides, la fórmula de Huber produce una leve subestimación. Como la longitud de las trozas es solamente 1 m, se puede esperar con mucha seguridad que el error de la fórmula no supere el -2% (LAASASENAHO-SEVOLA 1972, p.12, y LOETSCHA-ZOHRER-HALLER 1973, p. 146-147). Por la falta de conocimiento preciso sobre su magnitud, no fue posible corregir este error, que puede ser de poca importancia en relación a los difícilmente evitables errores de medición, cuya magnitud tan poco se conoce. Si los errores no son intencionales ni sistemáticos, se puede esperar que sean más o menos compensados.

La norma fue cortar los árboles con tocón lo más corto posible (NYSSONEN-MONTENEGRO 1973, p.46), y parece que esta regla fue cumplida, según se observa en el Cuadro 2 con las alturas medias de tocones.

En el capítulo 6 aparecen los porcentajes de corteza. Los espesores de corteza se obtuvieron de tajos efectuados con motosierra para evitar los errores que podrían ocurrir al usar el calibrador de corteza sueco (subestimación en corteza dura y sobrestimación en maderas blandas).

Cuadro 2

Alturas medias de tocón en cm (1), sus desviaciones típicas en cm (2) y número de árboles (3) por especie

Especie o grupos de especies	Clases Diamétricas, cm							Total	10-29	30+
	15	25	35	45	55	65+				
<u>Selva</u>										
Palo amarillo	(1)	19.0	20.3	24.9	26.8	(20.0)	(15.0)	21.3	20.0	25.4
	(2)	6.0	6.6	8.7	8.2			7.3		
	(3)	20	72	19	11	1	1	124		
Cebil colorado	(1)	19.0	21.1	25.0	31.6	22.7	28.0	23.7	20.7	27.2
	(2)	8.5	8.1	12.7	12.6	7.0	7.6	10.4		
	(3)	10	49	22	16	7	5	109		
Palo blanco-)	(1)	18.8	20.7	23.7	26.5	29.6	29.5	22.7	20.2	25.6
Horco cebil-)	(2)	9.5	9.0	8.4	8.5	6.4	11.7	9.3		
Lanza blanca)	(3)	44	124	73	43	19	10	10	313	
Cedro-)	(1)	16.9	24.2	21.0	23.7	29.1	34.4	24.2	23.2	24.7
Urundel-)	(2)	6.9	18.2	8.7	8.6	10.5	11.3	13.0		
Lapacho rodado)	(3)	11	68	69	47	31	18	244		
Mato-)	(1)	17.8	19.1	23.7	30.5	37.5	(15.0)	20.1	18.6	25.3
Zapallo caspi)	(2)	7.2	7.1	6.3	9.9	17.7		8.0		
	(3)	45	72	25	6	2	1			
<u>Bosque Chaqueño</u>										
Quebracho blanco	(1)	16.5	20.9	24.3	29.6	26.1	35.0	21.9	19.4	26.1
	(2)	5.2	5.2	7.5	7.9	5.7	13.1	7.3		
	(3)	42	82	48	16	7	3	198		
Quebracho colorado	(1)	16.5	23.6	24.3	28.0	37.0	31.5	22.9	21.3	25.9
	(2)	5.4	12.4	5.5	6.8	24.0	5.0	10.2		
	(3)	34	73	36	15	2	2	162		
Mistol-)	(1)	21.2	26.4	30.1	32.3	(36.0)		26.0	25.1	31.0
Algarrobo)	(2)	9.4	11.0	10.3	15.4			11.0		
	(3)	41	126	21	7	1		196		

3. METODO DE ANALISIS

El diagrama de sistema en la página siguiente, describe los pasos en los análisis de datos (LAASASENAHO-SEVOLA 1971, p.15, y NYSSONEN-PAKKANEN 1973, SEVOLA 1975). Un sistema basado en el empleo de un computador se caracteriza por la rapidez y la flexibilidad, especialmente en lo referente al análisis de regresión múltiple paso a paso y cómputo de tablas. El procesamiento de datos fue realizado en el Centro de Cómputo de la Provincia de Santiago del Estero, con la computadora NCR Century 200. Para los análisis de regresión estuvo disponible su sistema de cálculo estadístico (NCR Century Statistical Analysis System 1971).

La meta fue desarrollar una ecuación para cada especie siempre que el número de árboles apeados lo posibilitara. Sin embargo, para la mayoría de las especies valiosas de la selva, por ejemplo: Cedro, Pino del cerro,

la ocurrencia fue tan escasa que no pudo establecerse una ecuación particular para cada una. Solamente Palo amarillo y Cebil colorado (volumen de fuste), y Quebrachos blanco y colorado (volumen de fuste y comercial) tienen sus propias ecuaciones. Las demás especies integran grupos formados para el cálculo de las ecuaciones.

No hay una regla general que indique qué cantidad de árboles sería necesaria para la confección de una tabla volumétrica. Este número depende de la variación de forma del fuste, que es función de varios factores, tales como la densidad del bosque y clase de sitio. LOETSCH et al. 1973, p. 153, mencionan que pueden ser requeridos varios centenares de árboles. En los inventarios de la FAO, alrededor de cien árboles parecen haber sido el mínimo (BRICHET-GARTNER 1967). El material disponible en este estudio es limitado respecto a las especies individuales debido a su gran número y alto costo de medición. Las alturas de fuste son relativamente bajas, como se ve en el Cuadro 3, y éste es un factor favorable que indubablemente reduce la variación en la forma de los troncos.

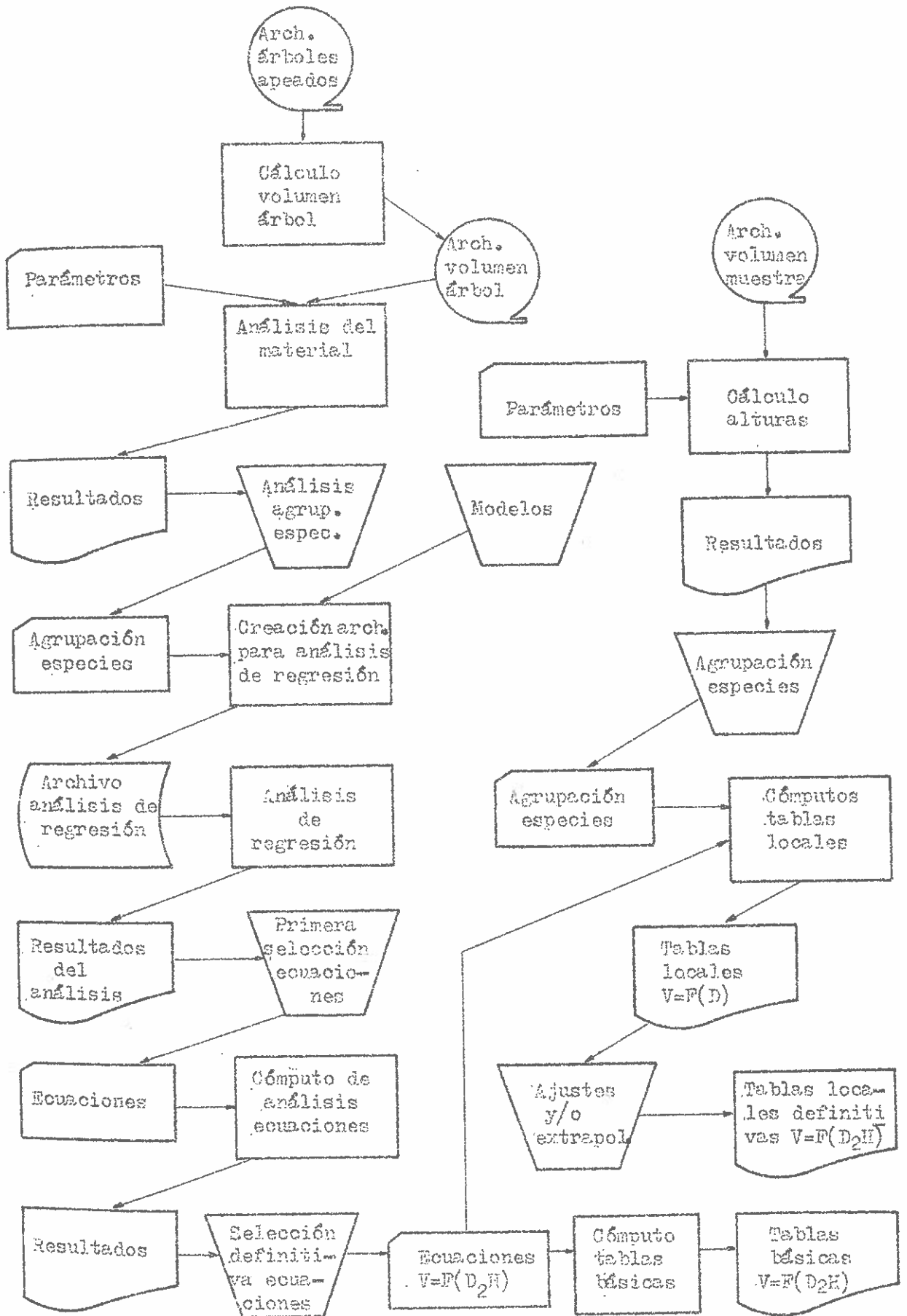
Cuadro 2

Alturas de fuste medias y desviaciones típicas (s) de algunas especies

Material de árboles apeados			
Código	Especies	Altura de fuste, m	s
02	Palo blanco	8.1	2.9
03	Cedro saltéño	8.5	2.8
06	Palo amarillo	6.3	2.6
07	Cebil colorado	6.6	3.3
08	Horco cebil	6.5	3.0
22	Urundel	9.5	3.3
31	Lanza blanca	5.8	3.1
46	Mato	4.0	1.8
68	Zapallo caspi	3.8	1.7
13	Quebracho colorado	3.6	1.5
01	Quebracho blanco	3.6	1.3

Para poder efectuar una agrupación razonable de especies se analizaron volúmenes, alturas, coeficientes mórficos, porcentajes de corteza y alturas de tocón por clases diamétricas. Sin embargo, a veces hubo que incluir especies de caracteres morfológicos diferentes, como Guayacán y Brea en el mismo grupo de Mistol y Algarrobo.

Diagrama del método de análisis para computación de tablas volumetricas



En el citado caso, la mayor diferencia de aquellas es su menor porcentaje de corteza (5-6%) en comparación con la mayoría del grupo (15-20%). No obstante, las excepciones fueron muy escasas y apenas influyeron en los coeficientes de regresión, tratándose de especies de escasa frecuencia. Por el mismo motivo no se consideró justificado en términos de tiempo y fondos disponibles, darles un tratamiento especial para eliminar el sesgo en su caso.

El análisis de regresión es un método estadístico que se emplea para estudiar la dependencia de una variable sobre otras, pertenecientes al mismo campo de fenómenos. Un ejemplo es explicar el volumen del árbol y mediante el diámetro a la altura del pecho $X : Y = b_0 + b_1 X$. La tarea principal es explicar, en el mayor grado posible, la variación de la variable Y , denominada dependiente, con la variación de las variables independientes x_1, \dots, x_k . En el análisis únicamente la variable dependiente es aleatoria, mientras que las variables independiente se consideran como fijas. Sea un modelo empírico $Y = X b + e$. Los coeficientes de regresión b_1, \dots, b_k se determinan mediante la minimización del error al cuadrado (método de mínimos cuadrados):

$$\sum_{i=1}^n e^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - b_1 x_{i1} - \dots - b_k x_{ik})^2, \quad x_{i1} = 1 \text{ para el término constante}$$

Es sabido que la solución es igualar a cero las derivadas parciales con respecto a b , $D_j f(b_1, \dots, b_k, x, y) = 0, j = 1, \dots, k$. Así se obtiene representado en forma de matrices, $X'Xb = X'y$, de la cual sale $b = (X'X)^{-1} X'y$. Una vez computados b , se puede calcular las predicciones que da el modelo

$$y_i^* = b_1 x_{i1} + \dots + b_k x_{ik}$$

y los errores de predicción $e_i = y_i - y_i^*$. El estimador para la desviación residual (error standard de la estimación de regresión) es

$$s = \left(\frac{1}{n-k-1} \sum_{i=1}^n e_i^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \text{ donde}$$

n = número de observaciones

k = número de variables independientes

El coeficiente de correlación múltiple (correlación entre las series y_i, y_i^*) es

$$R = \left(1 - \left(\frac{s}{s_y} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

donde s_y es la desviación standard de la variable y . Las desviaciones standard de los coeficientes de regresión se obtienen de la fórmula

$$s_{b_i} = s (u_{ii})^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, \dots, k$$

donde u_{ii} son los elementos diagonales de la matriz inversa de momentos $(X'X)^{-1} = U$ (VALIAHO 1969).

En el procedimiento paso a paso disponible en NCR Century 200, se agrega una variable a cada paso obteniéndose así varias ecuaciones intermedias:

$$y = b_0 + b_1 x_1$$

$$y = b_0' + b_1' x_1 + b_2' x_2$$

$$y = b_0'' + b_1'' x_1 + b_2'' x_2 + b_3'' x_3$$

·
·
·

La variable agregada es la que se ajusta mejor a la regresión. El criterio consiste de valores F, de la prueba F parcial. Una propiedad del procedimiento es el hecho que una variable, significativa en la fase inicial, puede tornarse insignificante después del agregado de más variables. Esto se debe a la fuerte correlación entre las variables. Antes de introducir una variable más, la variable con el valor F insignificante será eliminada. Por lo tanto, la regresión final incluye sólo variables significativas.

El programa (NCR Century Statistical Analysis System 1971) calcula e imprime los promedios, máximos, mínimos y desviaciones típicas de cada variable y la matriz de correlación. Luego efectúa el análisis de regresión paso a paso. A cada paso da los siguientes análisis:

- coeficiente de correlación múltiple R y error standard de la estimación s_y .
- análisis de varianza
- para las variables en la ecuación: coeficientes de regresión, sus errores standard y los valores F (razones de varianza)
- para las variables fuera de la ecuación: coeficientes de correlación, parciales y los valores F (los que tendrían si entraran en la ecuación)

El proceso se concluye cuando ya ninguna variable adicional tenga el valor F significativo (la significación es un parámetro de entrada y está a juicio del usuario). Para la regresión final se efectúa un análisis residual (opcional).

Para el análisis de regresión de volumen las variables independientes fueron el DAP (d) y la altura (h), con sus transformaciones: d^2 , $\ln(d)$, $1/d$, $\ln^2(d)$, h^2 , $\ln(h)$, $1/h$, $\ln^2(h)$, dh , d^2h , $\ln(d^2h)$, h^2d y h/d (LOETSCH et al. 1973, p. 154-155).

El volumen pudo tener también forma logarítmica (neperiana). Como era lógico esperar, en todos los casos con excepción de volumen de fuste de Quebracho colorado, los modelos con la transformación logarítmica de la variable dependiente dieron los mejores resultados (LOETSCH et al. 1973, p.225). En el análisis de las especies selváticas, hecho después del de los Quebrachos, se probaron algunas transformaciones más. La única que entró en una ecuación fue $1/(dh)$. Luego, por las dudas, fueron probadas también en el caso de los Quebrachos, pero no entró ninguna variable nueva.

No se eligió automáticamente la última ecuación, aunque tenga un R máximo, porque los modelos más simples pueden resultar parecidos o aún mejores. Por lo tanto, siempre se analizó todo el conjunto de ecuaciones. Se emplearon los siguientes criterios:

- significación de valores F
- desviación residual relativa (coeficiente de variación); para ecuación logarítmica estimada por la fórmula $100 \cdot s_y$ (LAASASENÄHO--SEVOLA 1971, p.33);

-- los errores medios relativos por clases diamétricas y de altura; la fórmula es:

$$\frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i^* - y_i}{y_i^*} \right) \text{ donde:}$$

y_i = valor medido del árbol i

y_i^* = valor estimado del árbol i

n = número de árboles en la clase; revela una posible distorsión sistemática (dependencia de errores);

- examen de las tablas de volumen calculadas con diferentes ecuaciones; observar especialmente su propiedad aplicando valores extremos de diámetro y altura; hacer comparaciones con otras especies.
- probarlas en un material paralelo sería una buena manera de estudiar su calidad, pero no ha sido posible hacerlo esta vez.

Se eligieron las siguientes ecuaciones:

Especie	Error standard de precisión/ árbol, %
Palo amarillo $\text{Ln}(V_f) = -2.39880 + 0.96419 \text{Ln}(d^2 h_f) - 1.00826 h_f/d$	10.4
Cebil colorado $\text{Ln}(V_f) = -3.02500 + 1.01618 \text{Ln}(d^2 h_f) - 0.00003 h_f^2 d$	12.8
Palo blanco - Horco cebil - Lanza blanca $\text{Ln}(V_f) = -3.27947 - 0.07343 \text{Ln}^2(h_f) + 1.05804 \text{Ln}(d^2 h_f)$	11.8
Cedro - Urundel - Lapacho rosado $\text{Ln}(V_f) = -2.43851 + 0.95605 \text{Ln}(d^2 h_f) - 0.80350 h_f/d$	13.1
Cebil colorado - Palo amarillo $\text{Ln}(V_c) = -2.29100 + 0.05585 \text{Ln}^2(d) + 0.83235 \text{Ln}(d^2 h_c)$	18.9
Mato - Zapallo caspi $\text{Ln}(V_f) = -2.66494 - 0.04695 \text{Ln}^2(h_f) + 0.99796 \text{Ln}(d^2 h_f)$ $\text{Ln}(V_c) = -2.67695 + 0.94622 \text{Ln}(d^2 h_c) + 13.67667/(dh_c)$	12.0 19.9
Quebracho blanco $\text{Ln}(V_f) = -2.86731 - 0.00787 h_f^2 + 0.00160 dh_f + 0.98036 \text{Ln}(d^2 h_f)$ $\text{Ln}(V_c) = -2.81647 + 1.00931 \text{Ln}(d^2 h_c) - 1.39796 h_c/d$	10.6 16.0
Quebracho colorado $V_f = 3.62933 - 0.02334 d^2 + 0.07180 d^2 h_f - 0.07317 h_f^2 d$ $\text{Ln}(V_c) = -4.37914 + 2.71752/h_c + 1.10966 \text{Ln}(d^2 h_c)$	9.7 14.8
Mistol - Algarrobo $\text{Ln}(V_f) = -2.63632 + 0.97973 \text{Ln}(d^2 h_f) - 0.00028 h_f^2 d$ $\text{Ln}(V_c) = -0.84619 - 9.33953/d + 0.77981 \text{Ln}(d^2 h_c)$	16.8 20.7

V_f = volumen de fuste sin corteza, sin tocón, dm^3

V_c = volumen comercial sin corteza, sin tocón, dm^3

= V_f + volumen de ramas hasta el diámetro mínimo de 7 cm (con corteza)

d = diámetro con corteza a la altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo, cm

h_f = altura de fuste desde el nivel del suelo, m

h_c = altura comercial, desde el nivel del suelo hasta el punto en que el tronco (o la rama principal) tiene 7 cm de diámetro, m

Los parámetros $100 R^2$ (R = coeficiente de correlación múltiple) alcanzan altos valores que varían en el caso del volumen de fuste de 95.5 a 99.0% y en el caso del volumen comercial de 92.9 a 97.5%.

Todos los coeficientes de regresión son significativos a nivel del riesgo de 5%, y casi todos a nivel de 0.1%.

Error standard de predicción significa que, por ejemplo, al cubicar un fuste de Quebracho blanco, el error es 10.6% o menos en 68 de cada 100 árboles. Al cubicar un conjunto de árboles se obtienen volúmenes medios con precisión mucho mayor: $s_v = \left(\frac{s^2}{n}\right)^{\frac{1}{2}}$, de tal modo que, por ejemplo, en el citado caso del Quebracho blanco, con 100 árboles muestras ($=n$) no llega a 1.1% como "error de tabla" relativo en el volumen medio de los árboles muestras. La precisión de las ecuaciones de volumen de fuste es satisfactoria y tienen la calidad definida por varios autores (LOETSCH et al. 1973, p.156 y 177), aunque también se representan algunas más precisas, por ejemplo LAASASENAHO (1973, p.13). En el caso de volumen comercial no se puede evitar un error considerablemente más grande. Los resultados más precisos se obtienen para el volumen de fuste de los Quebrachos y Palo amarillo.

En la elección de las ecuaciones un paso importante fue calcular sus errores por clases diamétricas y altura (ver fórmula en la página 11). Esto permitió eliminar las ecuaciones con aparente errores sistemáticos. Esto no significa que las ecuaciones elegidas no tengan sesgo alguno, pero sí que son las mejores del conjunto calculado.

En general, el comportamiento de las ecuaciones es satisfactorio. En algunos casos aparece una leve tendencia de subestimación, pero como el número de árboles es muy reducido, es difícil sacar conclusiones definitivas al respecto.

También se hicieron pruebas con las ecuaciones de ARMAND et al. (1969). Los resultados son los siguientes (tratándose ahora de volúmenes con corteza):

- volumen de fuste de Quebracho blanco: leve subestimación (3-6%);
- volumen de fuste de Quebracho colorado: en general considerable sobreestimación (5-25%); con diámetros mayores que 45 cm leve subestimación (7-10%);
- volumen comercial de Quebracho colorado: buena para diámetros mayores de 25 cm.

Los cuadros 4-7 presentan los resultados de las ecuaciones elegidas.

Cuadro 4

Errores medios relativos (1) de las ecuaciones y número de árboles (2) por clase diamétrica; especies selváticas.

Clase diamétrica. cm	Ecuación para													
	Volumen de fuste										Volumen comercial			
	Palo amarillo		Cebil colorado		Gr. Palo blanco		Grupo Cedro		Grupo Mato		Grupo Cebil		Grupo Mato	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
11	- 4.3	7	- 5.4	3	1.4	7	- 5.2	3	2.1	14	- 5.0	5	4.1	6
13	1.8	7	-20.1	1	- 0.4	13	0.3	2	- 0.5	11	- 5.4	11	- 6.6	7
15	0.4	1	7.7	2	- 1.2	11	10.6	2	- 8.4	7	- 0.1	8	9.9	5
17	5.4	3	- 9.4	2	4.2	6	-12.2	1	- 0.3	8	- 9.1	5	9.8	4
19	0.8	2	12.0	2	7.9	7	6.6	3	- 2.4	5	16.8	6	3.5	5
21	2.4	16	- 2.3	8	- 0.2	25	10.0	8	0.4	17	1.9	33	- 7.9	14
23	2.8	21	- 0.1	9	- 0.7	36	- 1.9	20	2.0	21	- 0.9	49	2.2	12
25	- 1.5	18	- 4.2	17	- 2.2	23	- 3.5	16	2.2	15	- 0.6	39	-12.0	12
27	- 6.4	9	4.6	10	2.2	15	- 0.3	12	0.8	10	0.0	29	12.5	9
29	- 2.1	8	10.6	5	- 2.3	25	3.7	12	-11.0	9	1.4	28	-15.9	5
31	- 7.3	6	0.8	6	- 1.5	16	- 2.2	9	2.1	9	1.2	16	5.8	13
33	5.0	2	- 2.3	4	1.0	21	- 2.4	17	12.4	15	6.4	20	15.5	5
35	1.2	4	1.9	5	- 2.2	18	- 1.8	16	- 2.2	3	0.7	19	5.5	7
37	11.0	4	8.7	4	- 0.1	15	0.7	14	5.0	2	- 3.9	13	10.7	1
39	- 9.1	3	6.1	3	- 3.6	3	- 3.9	13	- 1.5	6	1.2	9	-13.9	2
41	-14.9	1	- 1.4	7	- 1.2	11	0.1	13	- 3.2	2	-14.8	13	-24.6	3
43	7.9	4	- 3.6	1	2.3	13	4.3	16	- 3.3	2	5.2	10		
45	3.9	3	- 1.4	4	- 0.8	3	- 2.4	9	8.1	2	- 0.7	7		
47	8.7	2	-13.2	2	4.8	12	- 2.9	4			- 2.1	7		
49			- 6.4	2	- 5.2	4	- 0.8	5			- 1.6	2		
51			5.3	1	1.7	6	1.3	13			- 2.9	1		
53			5.4	2	1.1	3	10.1	5			-11.9	1		
55			- 4.3	3	- 3.0	3	- 7.4	2			-22.7	2		
57					- 5.5	4	- 2.8	9			- 7.5	4		
59					1.7	3	- 9.4	2			- 9.0	2		
61					- 4.8	1					0.9	1		
63					14.7	3					0.3	2		

Cuadro 5

Errores medios relativos (1) de las ecuaciones y número de árboles (2) por clase de altura; especies selváticas

Clase de altura m	Ecuación para													
	Volumen de Fuste								Volumen comercial					
	Palo amarillo		Cebil colorado		Gr. Palo blanco		Grupo Cedro		Grupo Mato		Grupo Cebil		Grupo Mato	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1.5			- 2.3	3	3.2	23	- 6.7	3	1.6	27				
2.5	0.0	11	1.8	8	- 0.3	30	- 2.2	4	- 0.9	34			- 3.8	2
3.5	2.6	12	- 0.5	14	- 5.0	26	- 1.0	11	- 0.2	27	- 5.5	3	7.1	3
4.5	1.7	19	- 1.3	17	1.4	42	5.8	10	- 3.4	28	18.2	2	5.0	6
5.5	1.0	22	- 0.8	10	0.1	34	- 1.1	14	0.3	11	5.4	7	6.8	15
6.5	- 2.0	18	1.0	15	- 0.7	40	0.4	25	6.0	10	4.5	12	- 0.7	15
7.5	0.1	13	- 0.9	11	1.2	37	3.6	33	7.6	7	-10.4	17	- 4.2	13
8.5	0.4	8	2.4	6	- 1.9	26	- 3.6	33	- 3.8	4	4.7	17	- 0.5	13
9.5	- 4.7	3	- 4.7	6	1.1	19	- 0.5	37			5.9	32	-13.5	13
10.5	- 6.2	3	- 1.1	8	- 2.0	6	2.9	23			- 6.7	25	10.6	9
11.5	1.7	5	- 1.9	2	8.4	4	- 0.5	14			- 7.2	30	-15.8	6
12.5	10.4	3	- 2.0	3	2.3	10	- 1.1	11			0.0	32	14.8	6
13.5			0.3	3	- 1.3	8	- 1.4	12			- 1.3	35	- 5.3	4
14.5			- 2.2	2			- 1.2	4			5.4	31	- 4.9	1
15.5							10.6	3			2.2	25	15.7	2
16.5							- 1.6	1			- 8.9	19	7.7	2
17.5							-13.5	2			- 2.3	15		
18.5											0.4	13		
19.5											1.0	13		
20.5											- 4.6	5		
21.5											7.7	6		
22.5											12.4	4		

Cuadro 7

Errores medios relativos (1) de las ecuaciones y número de árboles (2) por clase de altura; especies del bosque chaqueno

Clase de altura m	Ecuación para											
	Volumen de fuste						Volumen comercial					
	Q.blanco		Q.colorado		Gr.Mistol		Q.blanco		Q.colorado		Gr.Mistol	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1.5	0.7	21	2.0	20	1.9	103						
2.5	0.4	42	1.7	36	- 3.5	62					- 1.0	3
3.5	- 0.5	70	- 1.8	50	0.9	17			4.0	2	- 0.9	12
4.5	0.2	38	1.1	32	- 0.2	9			-21.2	1	5.0	15
5.5	1.2	18	0.7	16	- 0.9	3			5.8	4	1.0	28
6.5	- 4.1	8	- 0.5	3	- 1.2	2	7.6	10	2.7	7	- 0.5	32
7.5			-11.5	2			4.4	12	- 0.1	11	2.2	16
8.5			- 4.8	1			- 1.6	20	- 2.6	18	- 3.1	12
9.5			- 7.5	2			- 5.6	18	- 0.8	14	- 6.3	11
10.5							1.3	11	4.4	8	- 4.9	3
11.5							7.4	5	4.5	8		
12.5							-14.9	5	- 1.8	7		
13.5							- 0.6	8	0.7	10		
14.5							0.0	1				
15.5							20.5	1				
16.5							12.1	3				

Con las ecuaciones presentadas se computaron las tablas de volumen, $v = f(d, h)$. Para confeccionar tablas locales de volumen, $v = f(d)$, se pueden emplear dos sistemas:

- 1) con las ecuaciones de volumen, calcular un volumen para cada árbol muestra del inventario (NYSSONEN--MONTENEGRO 1973, p.40-43) y luego computar un volumen medio para cada estrato, formado por especie (o grupo de especies) y DAP (NYSSONEN--PAKKANEN 1973,
- 2) con los árboles muestras del inventario desarrollar primeramente ecuaciones de altura, $h = f(d)$, empleando el método de los mínimos cuadrados, por especies (o grupos de especies), por subdistritos. Luego, las alturas calculadas con estas ecuaciones entran en la ecuación de volumen, $v = f(d, h)$, obteniendo así un volumen para cada estrato; los (d) son los medios de las clases diamétricas (15, 25 ...). Una modificación de este método consiste en el empleo de alturas equilibradas manualmente.

Al calcular con alturas obtenidas a través de una regresión, se obtienen resultados más equilibrados, eliminando la influencia de anomalías, importante en poblaciones limitadas. Pero éste es un sistema más complicado y por consecuencia más caro. Además, hay casos donde la correlación entre altura y DAP es débil, por lo que una ecuación de altura difícilmente ofrecerá ventaja alguna (LOETSCH et al., 1973, p. 133). Tal es el caso, por ejemplo, para las alturas de fuste de los Quebrachos, que muestran coeficientes de correlación 0.215 (Q.blanco) y -0.009 (Q. colorado) calculados del material de árboles apeados. Las especies de la Selva tienen una correlación DAP/altura de fuste un poco mayor: los coeficientes varían de 0.114 (Mato-Zapallo caspi) a 0.375 (Palo amarillo).

La relación entre DAP y altura comercial es naturalmente mucho más estrecha siendo el coeficiente, en la mayoría de los casos, entre 0.68 y 0.72. Aunque los coeficientes mayores de 0.20 (número de árboles muestras mayor de 100) ya pueden considerarse significativos estadísticamente a nivel de riesgo de 5%, una ecuación de altura de fuste fallaría al explicar la variación en más del 80% (R^2 menor que 20%).

De todos modos, en el transcurso del trabajo se descubrió que el empleo directo de volúmenes medios tiene sus riesgos debido a la amplitud de las clases diamétricas, especialmente con los números reducidos de árboles muestra. Para los volúmenes de fuste de los Lotes Fiscales 35 y 36 de Salta y de Santiago del Estero, se empleó el método de volúmenes medios; para los volúmenes comerciales de Santiago del Estero se empleó el de ecuaciones de altura, y para San Pedro, Orán, Tartagal y Tucumán, alturas equilibradas manualmente.

Las ecuaciones de altura comercial (h) para Santiago del Estero (árboles muestras, del subdistrito Los Tigres) son las siguientes:

		$R^2, \%$	<u>n</u>
Quebracho blanco	$h = 8.75839 + 2.66919 * \ln(d^2)$	55.4	465
Quebracho colorado	$h = 6.95661 + 2.39625 * \ln(d^2)$	53.3	472
Algarrobo, Vinal	$h = 6.42370 + 2.00821 * \ln(d^2)$	50.6	157
Guayacán	$h = 0.63808 + 0.49588 * \ln(d^2)$	50.5	49
Mistol, Palo Cruz	$\ln(h) = 2.23857 - 12.60402/d$	38.5	354
Brea	$h = 2.79173 + 0.00367 * d^2$ (d menor que 30)	26.7	59

n = número de árboles muestra

Como se ve, el DAP alcanza a explicar apenas el 50% de la variación de altura, pero hay grandes diferencias entre las especies. Las desviaciones típicas sobre la altura media varían de 17.8 a 27.3%, lo cual es considerable. La selección de las ecuaciones se efectuó en la misma manera que las de volumen. La variable dependiente pudo haber sido también $1/h$ (forma de hipérbola), pero no fue elegida. En este caso fue posible probar las ecuaciones con un material paralelo, o sea árboles apeados. El resultado de la comparación:

- En el subdistrito Los Tigres son muy parecidas las alturas de los árboles apeados y de los árboles muestra estimados en pie.
- La altura de los árboles apeados en Los Tigres y en Pellegrini es muy parecida.
- En Pellegrini, las alturas de los árboles estimadas en pie resultaron 15-40% menores que las apeadas.

En resumen, se llegó a la conclusión de que hay una aparente subestimación en las alturas de los árboles muestras del subdistrito Pellegrini. Además, su número reducido (305 comparado con 1 556 en Los Tigres), determinó que se emplearan las tablas locales de volumen de Los Tigres para todo el distrito.

En el Cuadro 8 de la página siguiente aparece una comparación de los dos modos de utilización de árboles muestra en la confección de talbas locales de volumen.

Se observa que en este caso el método de ecuación de altura produce volúmenes 4-5% más grandes que los volúmenes medios en las clases diamétricas más importantes. La diferencia es pequeña. La diferencia aparentemente ilógica en la clase diamétrica 55 se debe a que el diámetro medio de 12 árboles muestra es menor que 55 cm (52.3). Las diferencias mayores generalmente ocurren en los diámetros extremos. Las ecuaciones sobre-estiman la altura para la clase diamétrica 15; para los diámetros grandes fueron extrapoladas por falta de árboles muestras, resultando una ecuación muy cómoda cuyo resultado es más homogéneo y probable que el de la extrapolación subjetiva del método 1.

Cuadro 8

Tablas locales de volumen comercial de Quebracho blanco de Los Tigres establecidas con dos métodos diferentes de calcular las alturas.

Clase dia- métrica cm	No.de árboles. muestras	Método 1		Método 2		Comparación 100 $\frac{\text{Vol. (1)}}{\text{Vol. (2)}}$
		Altura media m	Volumen medio(1) dm ³	Altura calc. con ecuación (R ² = 55%)	Volumen (2) dm ³	
15	95	5.4	46	5.7	48	96
25	176	8.4	208	8.4	210	99
35	127	10.0	509	10.2	537	95
45	50	11.2	998	11.6	1060	94
55	12	12.8	1687	12.6	1806	93
65	5	14.0*	2863*	13.5	2793	103
75	-	15.0	4156	14.3	4039	104
85	-	15.0	5570	15.0	5558	100
95	-	15.0	7155	15.6	7361	97

465

* a partir de éste son valores ajustados (extrapolados).

En cuanto a la calidad del fuste, en el muestreo de campo se determinó para cada árbol la condición del mismo en su aspecto externo. La clasificación de los fustes es la siguiente:

- Clase 1: sano y vigoroso, fuste enteramente aserrable con una longitud mínima de 3.0 m (2.0 en Bosque Chaqueño) por encima del tocón.
- Clase 2: sano, la parte aserrable por lo menos 3.0 m (2.0 m en el Bosque Chaqueño), pero el resto del fuste no es aserrable ni sirve para postes.
- Clase 3: defecto en el tronco, el fuste no tiene una troza aserrable mayor que 3.0 m (2.0 m en Bosque Chaqueño).
- Clase 4: árbol muerto con duramen sano.

En las mediciones de árboles apeados se incluyó una evaluación de defectos internos (podredumbre) de la madera. Vale decir que fueron medidos los diámetros de la parte podrida del fuste a varias alturas (ver planilla, Apéndice 17). Una vez calculados los volúmenes correspondientes, se pudo estimar los descuentos por pudrición. Los cálculos aún no han sido terminados.

4. TABLAS DE VOLUMEN PARA LAS ESPECIES DE SELVA TUCUMANO-ORANENSE Y DE TRANSICION

4.1 Volumen en Función de DAP y Altura

4.11 Volumen de Fuste

Tablas para: Palo amarillo
 Cebil colorado
 Palo blanco -- Horco cebil -- Lanza blanca
 Cedro -- Urundel -- Lapacho rosado
 Mato -- Zapallo caspi

4.12 Volumen Comercial

Tablas para: Cebil colorado -- Palo amarillo
 Mato -- Zapallo caspi

4.2 Volumen en Función de DAP (Tablas locales de volumen)

En las tablas locales de volumen figuran alturas según una curva trazada en base a alturas medias, por clases diamétricas. El volumen corresponde a esta altura.

Para cada tabla se empleó una sola ecuación de volumen, de manera tal que las especies que no figuran en las tablas por separado fueron cubicadas con la tabla de su grupo en el desarrollo de ecuaciones de volumen, ver apéndices 1-13.

4.21 Distrito San Pedro (Provincia de Jujuy)

4.211 Selva Tucumano-Oranense

Tablas locales de volumen de fuste y comercial.

4.212 Selva de transición

Tablas locales de volumen de fuste y comercial.

4.22 Distrito Orán (Provincia de Salta)

Tablas locales de volumen de fuste y comercial.

4.23 Distrito Tartagal (Provincia de Salta)

Tablas locales de volumen de fuste y comercial.

4.24 Distrito Tucumán

Tablas locales de volumen de fuste y comercial.

5. TABLAS DE VOLUMEN PARA LAS ESPECIES DEL BOSQUE CHAQUEÑO

5.1 Volumen en Función de DAP y Altura

5.11 Volumen de Fuste

Tablas para: Quebracho blanco
 Quebracho colorado
 Mistol -- Algarrobo -- Otras spp. secundarias

5.12 Volumen Comercial

Tablas para: Quebracho blanco
 Quebracho colorado
 Mistol -- Algarrobo -- Otras spp. secundarias

5.2 Volumen en Función de DAP (Tablas locales de volumen)

5.21 Subdistrito 1.21 (Provincia de Jujuy)

Tablas locales de volumen de fuste y comercial.

5.22 Lotes Fiscales 35 y 36 de Salta

Tablas locales de volumen de fuste y comercial.

5.23 Distrito Santiago del Estero

Tablas locales de volumen de fuste y comercial.

6. PORCENTAJES DE CORTEZA

Los Cuadros 9 y 10 presentan los porcentajes de corteza sobre el volumen de fuste con corteza de las especies que tenían mayor número de árboles apeados, en forma de promedios por clase diamétrica.

Cuadro 9

Porcentajes medios de corteza (1%) de algunas especies de la Selva, sus desviaciones típicas (2,%) y número de árboles (3) por clase diamétrica

Especie	Clase diamétrica, cm					Total	
	15	25	35	45	55 +		
Palo blanco	(1)	18.9	17.5	14.8	14.0	12.0	15.5
	(2)	4.3	4.9	3.2	3.5		4.6
	(3)	4	26	16	12	7	65
Cedro salteño	(1)	27.2	24.7	21.7	18.3	19.1	21.5
	(2)	3.0	4.0	4.4	5.0		5.2
	(3)	2	19	18	18	9	66
Palo amarillo	(1)	20.4	18.2	14.9	12.6	10.6	17.5
	(2)	2.9	3.8	3.4	3.9	1.1	4.3
	(3)	20	72	19	11	2	124
Cebil colorado	(1)	20.8	20.4	19.4	15.9	13.6	18.8
	(2)	7.5	5.2	5.7	4.1		5.7
	(3)	10	49	22	16	12	109
Horco cebil	(1)	20.7	17.7	13.4	12.0	10.7	15.2
	(2)	4.5	3.2	3.6	2.9	4.8	4.5
	(3)	4	23	12	12	4	55
Lapacho rosado	(1)	(45.2)	33.5	26.1	23.9	(23.0)	28.4
	(2)		5.1	3.7	2.7		6.2
	(3)	1	10	14	7	1	33
Urundel	(1)	24.6	23.2	26.0	22.7	19.2	21.2
	(2)	2.3	5.3	1.2	2.6		4.5
	(3)	5	5	2	4	22	38
Lanza blanca	(1)	21.4	16.7	12.5	17.4	(8.6)	17.3
	(2)	6.3	3.5	1.2	1.2		5.1
	(3)	10	21	4	2	1	38

...//

Especie	Clase diamétrica, cm					Total	
	15	25	35	45	55 +		
Mato	(1)	8.2	6.0	5.6	(4.6)	-	6.2
	(2)	2.6	1.9	2.6	-	-	2.2
	(3)	7	29	6	1	-	43
Zapallo caspi	(1)	7.8	8.1	9.4	10.9	(4.2)	8.5
	(2)	1.2	4.0	3.9	1.2	-	3.5
	(3)	6	17	10	2	1	36

El porcentaje de corteza depende mucho del tamaño del árbol. Las especies selváticas con corteza (más del 20%) son: Cedro salteño, Lapacho rosado, Urundel y Viraró. En la mayoría de los casos el porcentaje de corteza está entre 10 y 20%. Las especies de corteza (menor del 10%) son: Mato Zapallo caspi, Chalchal, Quebrachillo, Arrayán de montaña y Espina corona.

Cuadro 10

Porcentajes medios de corteza (1,%) de algunas especies del Bosque Chaqueno, sus desviaciones típicas (2,%) y número de árboles (3) por clase diamétrica

Especie	Clase diamétrica, cm					Total	
	15	25	35	45	55 +		
Quebracho blanco	(1)	30.2	27.5	25.1	21.7	19.3	26.6
	(2)	5.9	5.1	4.1	4.3	-	5.7
	(3)	42	82	48	16	10	198
Queb. colorado	(1)	25.8	21.2	18.0	15.2	11.5	20.7
	(2)	4.5	4.0	4.3	4.0	-	5.4
	(3)	34	73	36	15	4	162
Algarrobo negro	(1)	18.7	17.7	19.1	-	-	18.2
	(2)	3.5	4.8	6.5	-	-	4.5
	(3)	10	17	4	-	-	31
Mistol	(1)	18.1	15.6	12.3	12.6	-	15.6
	(2)	5.0	3.4	2.3	4.1	-	4.0
	(3)	18	63	7	7	-	95

Los Quebrachos tienen corteza gruesa, siendo la del Quebracho blanco claramente más gruesa que la del colorado. Los porcentajes de corteza de Vinal y Palo cruz son de entre 15-18% cuando el DAP es de 20-40 cm. El Guayacán y Brea son de corteza fina.

Código Espec.	Nombre Científico	Nombre Vulgar
58	<i>Eugenia uniflora</i> Linn.	Arrayán de montaña
67	<i>Piper tucumanum</i> C.CD.	Nodura
70	<i>Prunus tucumanensis</i> Lillo	Palo de luz
71	<i>Pseudocaryophyllus guilli</i> (Speg) Burr.	Guilli
82	<i>Trichilia hieronymi</i> Griseb.	Dominguillo
86	<i>Croton densiflora</i>	Malvisco, Sangre de drago
87	<i>Cassia carnaval</i>	Carnaval

Ap. 14 b

ESPECIES FORESTALES DEL NOA

Por Nombre Vulgar

Nombre Vulgar	Código Espec.	Nombre Científico
Afata	26	<i>Cordia trichotoma</i> Vell.
Aguaribay	77	<i>Schinus molle</i> Linn.
Aguay	54	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> Engl.
Algarrobo blanco	10	<i>Prosopis alba</i> Griseb.
Algarrobo negro	12	<i>Prosopis nigra</i> Hieron.
Aliso del cerro	20	<i>Alnus jorullensis</i> var. <i>spachii</i>
Aliso del río	81	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz y Pav.
Amor seco	62	<i>Helicarpus popayanensis</i> H.B.K.
Arca	45	<i>Acacia visco</i> Lorentz y Griseb.
Arrayán de montaña	58	<i>Eugenia uniflora</i> Linn.
Brea	89	<i>Cercidium praecox</i> Johnston
Cabeti	64	<i>Luchea speciosa</i> Willd
Carnaval	87	<i>Cassia carnaval</i> spg.
Cedrillo	78	<i>Styrax subargenteus</i> sleumer
Cedro coya	04	<i>Cedrela lilloi</i> C.CD.
Cedro orán	03	<i>Cedrela balansae</i> C.CD.
Cedre peludo	04	<i>Cedrela lilloi</i> C.CD.
Cedro salteño	03	<i>Cedrela balansae</i> C.CD.
Cebil colorado	07	<i>Piptadenia macrocarpa</i> Benth.
Ceibo	56	<i>Erythrina erista</i> . <i>galli</i> Linn.
Ceibo jujeño	57	<i>Erythrina falcata</i> Benth
Cochucho	59	<i>Fagara coco</i> (Gill) Engl.
Curupay	07	<i>Piptadenia macrocarpa</i> Benth.
Curupi	84	<i>Sapium haematospermum</i>
Chalchal	47	<i>Allophylus edulis</i> Radlk.
Chañar	60	<i>Geoffroea decorticans</i> Burkart
Dominguillo	82	<i>Trichilia hieronymi</i> Griseb.
Espina corona	61	<i>Gleditsia amorphoides</i> Taub.

Nombre Vulgar	Código Espec.	Nombre Científico
Espinillo	33	Pithecellobium scalare Griseb.
Eucalipto	16	Eucalyptus sp.
Falso canelón	72	Rapanea ferruginea Mez.
Granadillo	55	Crinodendron tucumanum Lillo
Guaica	66	Ocotea puberula Mees
Guayabil	75	Saccellium lanceolatum Hum.y Bonpl.
Guayacán	24	Caesalpinia paraguariensis (Parodi)
Guayaibí blanco	31	Patagonula americana Linn.
Guili	71	Pseudocaryophyllus guili (Speg) Burr.
Horco cebil	08	Piptadenia excelsa Lillo
Horco molle	49	Blepharocalyx gigantea Lillo
Horco molle	50	Bumelia obtusifolia Roem y Schult
Horco quebracho	39	Schinopsis haenkeana Engl.
Incienseo colorado	30	Myroxylon peruiferum Linn.
Itín	11	Prosopis kuntzei Harms.
Jaracarandá	28	Jacaranda mimosifolia D.Den
Lanza amarilla	80	Terminalia triflora (Griseb.) Lillo
Lanza blanca	31	Patagonula americana Linn.
Lapacho rosado	14	Tabebuia avellaneda Lorentz y Griseb
Laurel blanco	65	Nectandra cuspidata Nees y Mart
Laurel de la falda	32	Phoebe porphyria Mez.
Laurel peludo	81	Tessaria integrifolia Ruiz y Pav.
Lecherón	84	Sapium haematospermum
Malvisco	86	Croton densiflora
Mara	17	Laxopterigium grisebachii
Mato	46	Eugenia mato (Griseb.) Kausel
Mistol	83	Zizyphus mistol Griseb. (+Zizyphus sp)
Molle negro	50	Bumelia obtusifolia Roem y Schult
Mora amarilla	25	Chlorophora tinctoria Gaudich
Modura	67	Pipertucumanum C.CD.
Nogal criollo	29	Juglans australis Griseb.
Pacará	27	Enterolobium timbouva Benth. y Hook. (= E. Contortisiliguum Morong)
Palma	91	Thritrinax campestris
Palo amarillo	06	Phyllostylon rhamnoides Taub.
Palo barroso	49	Blepharocalyx gigantea Lillo
Palo blanco	02	Calycophyllum multiflorum Griseb.
Palo bobo	81	Tessaria integrifolia Ruiz y Pav.
Palo borracho	53	Chorisia insignis H.B.K.
Palo cruz	79	Tabebuia nodosa Griseb.
Palo de luz	70	Prunus tucumanensis Lillo
Palo mataco	11	Prosopis kuntzei Harms.
Palo San Antonio	73	Rapanea lactevirens Mez.
Palo Santo	23	Bulnesia sarmientoi Lorentz y Griseb.
Palo trebol	21	Amburana cearensis (Fr. Allem) A.C. Smith
Palo de yerba	63	Ilex argentina Lillo
Peteribí	26	Cordia trishotama Vell.
Pino del cerro	09	Podocarpus parlatorei Pilg.
Quebrachillo	48	Athyana weinmannifolia Radlk.
Quebracho blanco	01	Aspidosperma quebracho blanco Schlect.
Quebracho colorado	13	Schinopsis quebracho colorado Burk. Mayer

Nombre Vulgar	Código Espec.	Nombre Científico
Quina	30	Myroxylon peruiferum Linn.
Quina blanca	05	Lonchocarpus lilloi Burkart
Ramo	90	Cupania vernalis
Roble	21	Amburana cearensis (Fr. Allen) A. Smith
Sangre de drago	86	Croton densiflora
Sauce	76	Salix humboldtiana Willd.
Sota caballo	64	Lucea speciosa Willd
Tala	52	Celtis spinosa sprang. (+ Celtis spp.)
Tala blanca	52	Celtis spinosa spreng. (+ Celtis spp.)
Tarco	28	Jararandá mimosifolia D. Don
Tarco	48	Athyana weinmannifolia Radlk.
Timbó colorado	27	Enterolobium timbouva Benth y Hook. (= E. contortisiliguum Morong)
Tipa amarilla	51	Cascaronia astragalina Griseb.
Tipa blanca	15	Tipuana tipu Lillo
Tipa colorada	34	Pterogyne nitens Tul.
Urundel	22	Astronium urundeuva Engl.
Vinal	69	Prosopis ruscifolia Griseb.
Viraró	34	Pterogyne nitens Tul.
Virarú	74	Ruprechtia laxiflora Griseb.
Visco	45	Acacia visco Lorentzy Griseb.
Zapallo caspi	68	Pisonia zapallo Griseb.